145



Manifer

Fernmeldetechnik
Schaltnetzteile

Inhaltsverzeichnis

Manifer

Fernmeldetechnik
Schaltnetzteile

1. Allgemeine Einführung

„Manifer" ist ein von uns auf oxidischer Grundlage entwickelter verlustarmer, weichmagnetischer Sinterwerkstoff, der eine nur geringe elektrische Leitfähigkeit aufweist und infolgedessen auch bei Verwendung in massiver, d. h. nicht unterteilter Form, praktisch keine Wirbelstromverluste aufkommen läßt. Er ist deshalb besonders zur Verwendung für die Gebiete höherer Frequenzen geeignet.

Die Grundlage dieses Sinterwerkstoffes, der von uns für die verschiedenartigsten Bedürfnisse der Fernmelde- und Hochfrequenztechnik in verschiedenen Abarten hergestellt und geliefert wird, bilden nichtmetallische ferro-magnetische Ferrite, die aus Eisenoxid und einem oder mehreren Oxiden zweiwertiger Metalle Me^{II} bestehen und Mischkristalle oder chemische Verbindungen der allgemeinen Zusammensetzung $Me^{II}O \cdot Fe_2O_3$ bzw. $Me_1{}^{II}O \cdot Me_2{}^{II}O \cdot Fe_2O_3$ bilden. Diese unterscheiden sich grundlegend von den bisher als „Hochfrequenzeisen" ausschließlich verwendeten aus Pulvereisen mit organischen Bindemitteln zusammen verpreßten Masseeisenkernwerkstoffen, die nur rein mechanische Gemenge darstellen, während es sich bei den Ferriten um vollkommen homogene Materialien handelt. Die Ferrite, deren bekanntester Vertreter der in der Natur vorkommende und bereits im Altertum erwähnte Magneteisenstein oder Magnetit $F_3O_4 = FeO \cdot F_2O_3$) ist, waren bereits im Jahre 1909 von S. Hilpert – vergleiche DRP 226 347 und DRP 227 787 – wegen ihrer geringen elektrischen Leitfähigkeit und der dadurch gegebenen Möglichkeit, das Entstehen von Wirbelstromverlusten auch bei höheren Frequenzen zu verhindern, zur Verwendung in elektrischen und magnetischen Apparaten vorgeschlagen worden.

Es bedurfte aber später immerhin noch einer langjährigen, planmäßigen Forschungsarbeit, bis die auf dieser Grundlage hergestellten magnetischen Werkstoffe mit ihren teilweise sehr bemerkenswerten Eigenschaften mit den gebräuchlichen magnetischen Werkstoffen in Wettbewerb treten konnten.

Von den nach den allgemeinen Hilpertschen Formeln herstellbaren Ferriten bzw. Mischferriten besitzt nur eine geringe Anzahl besonders günstige magnetische Eigenschaften. Die besten Ergebnisse sind in der Praxis nach den bisher vorliegenden Erfahrungen mit den Mangan- und Nickelferriten bzw. den Manganzink- und den Nickelzinkferriten erzielt worden.

Für die spezifischen Widerstände der Ferrite werden Werte zwischen 10^2 und $10^9\ \Omega \cdot cm$ erhalten. Die Sättigungsmagnetisierungen der Ferrite liegen allerdings im Vergleich zu normalem Eisen mit Werten zwischen 100 und 500 mT (1 000–5 000 Gauß) außerordentlich niedrig, so daß eine Verwendung dieser Werkstoffe auf dem Gebiet der Starkstromtechnik im allgemeinen nicht in Frage kommt. Leistungsübertragungen mit geeigneten Bauformen und Werkstoffen im Bereich bis ca. 1 · · · 2 kW sind möglich. Die Ferrite müssen vielmehr als ein typischer Werkstoff für die Schwachstrom- und Hochfrequenztechnik angesehen werden. Eine bemerkenswerte Eigenschaft der Ferrite ist im übrigen noch deren geringes spezifisches Gewicht, das etwa 4,8 beträgt und sich aus dem keramikähnlichen Charakter des Materials erklärt.

Die Herstellung der Ferrite erfolgt nach speziellen Sinterverfahren. Nach dem Mischen und Mahlen der Metalloxide werden diese, erforderlichenfalls zusammen mit einem geeigneten Bindemittel, in Stahlmatrizen in die jeweils gewünschte Form gepreßt und schließlich bei Temperaturen zwischen 1 000 und 1 400 °C gesintert.

Da die elektrischen und magnetischen Eigenschaften der Ferrite sowohl von der chemischen Zusammensetzung als auch von der Sinterbehandlung abhängen, wäre an sich die Herstellung einer beinahe unbegrenzten Anzahl von Eigenschaftskombinationen denkbar, so daß für jede spezifische Anwendung ein spezieller Ferrit zur Verfügung gestellt werden könnte. Praktisch ist so etwas natürlich nicht durchführbar. Bei der fabrikatorischen Herstellung muß vielmehr eine Beschränkung auf eine geringstmögliche Zahl von Werkstofftypen vorgenommen werden.

2. Begriffsbestimmungen und allgemeine Erläuterungen

2.1. Permeabilität μ

Unter der Permeabilität eines magnetischen Werkstoffes wird allgemein das Verhältnis der magnetischen Induktion B zur magnetischen Feldstärke H verstanden. In SI-Einheiten ist die sogenannte „absolute Permeabilität"

$$\mu_{abs} = \mu \cdot \mu_o = \frac{B}{H} \left[\frac{T}{A/m}\right]$$

wobei μ_o die Induktionskonstante bzw. die absolute Permeabilität des Vakuums bedeutet.

Der Ausdruck $\mu = \frac{1}{\mu_o} \cdot \frac{B}{H}$ wird als „relative Permeabilität" bezeichnet.

2.1.1. Anfangspermeabilität μ_i

Die Anfangspermeabilität μ_i ist der Grenzwert der relativen Permeabilität für die Feldstärke H → O.

$$\mu_i = \frac{1}{\mu_o} \frac{\Delta B}{\Delta H} (\Delta H \rightarrow O)$$

Sie kann an einem geschlossenen, entmagnetisierten und mit einer Wicklung versehenen Ringkern aus der Beziehung für die Induktivität einer Ringkernspule

$$L = \mu_i \cdot \mu_o \cdot N^2 \cdot \frac{A_e}{l_e} [H]$$

ermittelt werden.

$$\mu_o = \text{Induktionskonstante} = 1{,}256 \frac{mT}{kA/m}$$

2.1.2. Effektive (gescherte) Permeabilität μ_e

Durch Einfügen eines Luftspaltes in einen Kern mit magnetisch geschlossenem Weg (Ringkern, Schalenkern, E-Kern) tritt eine „Scherung" und damit auch eine Verminderung der Permeabilität ein. Anstelle der Anfangspermeabilität μ_i erhält man die sogenannte effektive Permeabilität μ_e, da die Spule mit geschertem Kern eine entsprechend niedrigere Induktivität

$$L_e = \mu_e \cdot \mu_o \cdot N^2 \cdot \frac{A_e}{l_e} [H]$$

besitzt. Für die effektive Permeabilität ergibt sich dann

$$\mu_e = \frac{1}{\mu_o} \cdot \frac{L_e}{N^2} \cdot \frac{l_e}{A_e}$$

$$\mu_e = \frac{A_L \cdot \Sigma\, l/A}{\mu_o} \; [A_L \text{ in nH}].$$

Die Induktivität L_e verhält sich zur Induktivität L der Spule mit ungeschertem Kern wie die effektive Permeabilität zur Anfangspermeabilität. Es gilt demgemäß die Beziehung

$$\frac{L_e}{L} = \frac{\mu_e}{\mu_i}$$

woraus sich für die effektive Permeabilität

$$\mu_e = \mu_i \cdot \frac{L_e}{L}$$

ergibt.

Die Größe von μ_e kann außer durch einen Luftspalt auch durch eine Gleichstrom-Vormagnetisierung verändert werden.

2.1.3. Komplexe Permeabilität $\overline{\mu}$

Der Scheinwiderstand einer Spule mit Ferritkern läßt sich mittels $\overline{\mu}$ und Anwendung des Induktionsgesetzes beschreiben zu

$$\overline{Z} = j \cdot \omega \cdot \overline{\mu} \cdot L_o,$$

wobei

$$L_o = \mu_o \frac{N^2 \cdot A_e}{l_e}$$

ist.

Die Beschreibung der Spule durch eine Reihenschaltung von einer idealen Induktivität mit einem von den Kernverlusten gebildeten Widerstand erhält man

$$\overline{Z} = j \cdot \omega \cdot L_R + R_{KR}$$

Aus beiden Formeln ergibt sich

$$\overline{\mu} = \frac{L_R}{L_o} - j \frac{R_{KR}}{\omega \cdot L_o}$$

Aus $\overline{\mu} = \mu_R' - j\, \mu_R''$ erhält man den Realteil

$$\mu_R' = \frac{L_R}{L_o} = \frac{L_R \cdot l_e}{\mu_o \cdot N^2 \cdot A_e}$$

sowie den Imaginärteil

$$\mu_R'' = \frac{R_{KR}}{\omega \cdot L_o} = \frac{R_{KR} \cdot l_e}{\omega \cdot \mu_o \cdot N^2 \cdot A_e}$$

Der Verlustfaktor der Spule wird dann zu

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\mu_R''}{\mu_R'} = \frac{R_{KR}}{\omega \cdot L_R}.$$

Die vorstehenden Betrachtungen verändern sich bei Einsatz der Spule als Übertrager. Hier wird mit der Parallelschaltung gerechnet.

Aus

$$\overline{Z} = \frac{1}{1/j \cdot \omega \cdot L_P} + \frac{1}{1/R_{KP}}$$

und

$$\frac{1}{\overline{\mu}} = \frac{1}{\mu_P'} - \frac{1}{j \cdot \mu_P''}$$

erhält man den Realteil

$$\mu_P' = \frac{L_P}{L_o} = \frac{L_P \cdot l_e}{\mu_o \cdot N^2 \cdot A_e}$$

und den Imaginärteil

$$\mu_P'' = \frac{R_{KP}}{\omega \cdot L_o} = \frac{R_{KP} \cdot l_e}{\omega \cdot \mu_o \cdot N^2 \cdot A_e}$$

Hier ist

$$\text{tg}\,\delta = \frac{\mu_P'}{\mu_P''} = \frac{\omega \cdot L_P}{R_{KP}}$$

Der Zusammenhang zwischen den Reihen- und Parallelanteilen ist wie folgt:

$$\mu_R' = \mu_P'/(1 + \text{tg}^2\,\delta)$$

$$\mu_R'' = \mu_P''/(1 + 1/\text{tg}^2\,\delta)$$

Der tg δ für das Ferritkernmaterial ist

$$\text{tg}\,\delta_K = R_K/\omega \cdot L$$

2.1.4. Induktivitätsfaktor A_L

Der Induktivitätsfaktor A_L bzw. der A_L-Wert wird für die Berechnung von Spuleninduktivitäten verwendet.

Unter dem Induktivitätsfaktor A_L einer Spule wird die auf die Windungszahl 1 bezogene Induktivität in nH $= 10^{-9}$ H verstanden, d. h. es gilt

$$A_L = \frac{L}{N^2},$$

wobei L in nH einzusetzen ist.

Wird in der Beziehung für die effektive Permeabilität anstelle des Ausdruckes L_e/N^2 der Induktivitätsfaktor A_L gesetzt, dann läßt sich die effektive Permeabilität auch in folgender Form schreiben:

$$\mu_e = \frac{1}{\mu_o} \cdot A_L \cdot \Sigma \frac{l}{A},$$

das heißt, die Permeabilität μ_e ist dem A_L-Wert und weiterhin dem sogenannten Formfaktor

$$\Sigma \frac{l}{A}$$

proportional.

2.1.5. Rechen-Induktivitätsfaktor A_{Lr}

Bei abgleichbaren Ferritkernen (RM-, Schalenkerne) kann die Induktivität mittels der zugehörigen Abgleichelemente um ca. 12 % verändert werden.

Man bezieht dies bei Berechnungen ein und setzt

$$A_{Lr} = 1{,}06 \cdot \frac{L_{min}}{N^2}.$$

2.2. Verlustfaktor tgδ und Güte Q

Unter dem Verlustfaktor tg δ einer Spule wird das Verhältnis ihres Wirkwiderstandes zu ihrem (mit diesem in Reihe liegenden) Blindwiderstand verstanden, das heißt es gilt

$$\text{tg}\,\delta = \frac{R}{\omega \cdot L}$$

In Magnetkernspulen setzt sich der gesamte Wirkwiderstand R aus dem Kupferverlustwiderstandsanteil R_{Cu} und dem Kernverlustwiderstandsanteil R_K zusammen. Für den Verlustfaktor des magnetischen Kernstoffes gilt demgemäß die Beziehung

$$\text{tg}\,\delta_K = \frac{R_K}{\omega \cdot L} = \frac{R_w + R_h + R_n}{\omega \cdot L}$$

Hierbei sind:

$R_w = w \cdot L \cdot f^2$ (Ω) der Wirbelstromverlustwiderstandsanteil
$R_h = h \cdot L \cdot H \cdot f$ (Ω) der Hystereseverlustwiderstandsanteil
$R_n = n \cdot L \cdot f$ (Ω) der Nachwirkungs- (bzw. Rest-)Verlustwiderstandsanteil

Die Faktoren w, h und n sind die sogenannten Verlustbeiwerte. Der reziproke Wert des Verlustfaktors tg δ wird als Güte Q bezeichnet. Es ist also

$$Q = \frac{1}{\text{tg}\,\delta} = \frac{\omega \cdot L}{R} = \frac{\omega \cdot L}{R_{Cu} + R_K}$$

d. h., die Güte einer Spule mit Magnetkern hängt sowohl von den Verlusten des Kernstoffes als auch von den Verlusten der Kupferwicklung ab.

2.2.1. Relativer Verlustfaktor $\text{tg}\,\delta_K/\mu_i$

Durch Scherung, d. h. durch Einfügen eines Luftspaltes in einen geschlossenen magnetischen Kreis, wird der Verlustfaktor des magnetischen Kernwerkstoffes tg δ praktisch im gleichen Verhältnis wie die Permeabilität reduziert.

Es gilt in erster Näherung

$$\frac{\text{tg}\,\delta_K}{\mu_i} = \frac{\text{tg}\,\delta_K'}{\mu_e}$$

Hierbei sind:

δ_K = Verlustwinkel des ungescherten magnetischen Kernes
δ_K' = Verlustwinkel des gescherten magnetischen Kernes
μ_i = Anfangspermeabilität
μ_e = gescherte Permeabilität

Der Ausdruck $\frac{\text{tg}\,\delta_K}{\mu_i}$ wird als relativer Verlustfaktor bezeichnet. Dieser ist eine Werkstoffkonstante und gestattet den Vergleich verschiedener magnetischer Ferritwerkstoffe hinsichtlich ihrer Verlusteigenschaften unabhängig von ihrer Anfangspermeabilität.

Der Verlustfaktor eines gescherten Kernes (z. B. eines Schalenkernes mit Luftspalt) ergibt sich durch Multiplikation des – in der Werkstofftabelle angegebenen – relativen Verlustfaktors mit der von der jeweiligen Scherung abhängigen gescherten Permeabilität μ_e zu

$$\text{tg}\,\delta_K' = \mu_e \cdot \frac{\text{tg}\,\delta_K}{\mu_i}$$

Anmerkung:

Zur Charakterisierung der Verlusteigenschaften magnetischer Ferritwerkstoffe wird häufig auch der reziproke Wert des relativen Verlustfaktors, die sogenannte spezifische Güte

$$\mu_i \cdot Q_K = \frac{\text{tg}\,\delta_K}{\mu_i}$$

angegeben.

Hierbei ist zu beachten, daß in der Güte Q_K nur die Kernverluste R_K und nicht auch die Verluste der Kupferwicklung R_{Cu} mit enthalten sind.

Für die spezifische Güte gilt gleichfalls in erster Näherung die Konstanzbedingung

$$\mu_i \cdot Q_K = \mu_e \cdot Q_K',$$

wobei unter Q_K' die Güte des gescherten Kernes zu verstehen ist.

2.2.2. Relativer Hysteresebeiwert h/μ_i^2

Der Hysteresebeiwert h eines magnetischen Kernwerkstoffes ist ein Maß für die in einem magnetischen Werkstoff durch ein magnetisches Wechselfeld hervorgerufenen feldstärkeabhängigen Verluste und ergibt sich aus der Beziehung für den Hystereseverlustwiderstand

$$R_h = h \cdot L \cdot f \cdot H \cdot 10^3$$

Hierbei sind:

R_h = Hystereseverlustwiderstand in Ohm
h = Hysteresebeiwert in cm/kA
L = Induktivität in H
f = Frequenz in Hz
H = Feldstärke in A/cm

Da sich der Hysteresebeiwert h bei Scherung praktisch mit dem Quadrat des Scherungsverhältnisses ändert, gilt in erster Näherung die Beziehung

$$\frac{h}{\mu_i^2} = \frac{h'}{\mu_e^2}$$

Hierbei bedeuten:

μ_i = Anfangspermeabilität des ungescherten Kernes
h = Hysteresebeiwert in cm/kA
μ_e = gescherte Permeabilität
h' = Hysteresebeiwert des gescherten Kernes in cm/kA

Der relative Hysteresebeiwert h/μ_i^2 ist also gleichfalls eine scherungsunabhängige Werkstoffkonstante.

Der Hysteresebeiwert eines gescherten Kernes (z. B. eines Schalenkernes mit Luftspalt) ergibt sich durch Multiplikation des – in der Werkstofftabelle angegebenen – relativen Hysteresebeiwertes h/μ_i^2 mit dem Quadrat der gescherten Permeabilität zu

$$h' = \mu_e^2 \cdot h/\mu_i^2$$

2.2.3. Hysteresebeiwert η_B

Nach den IEC-Publikationen 205 und 401 wird zur besseren Beschreibung der Hystereseeigenschaften η_B eingeführt.

$$\eta_B = \frac{h}{\mu_i^2} \cdot 1/2\,\pi \cdot \sqrt{2} \cdot \mu_o \left[\frac{1}{mT}\right]$$

$$\eta_B = \frac{tg\,\delta_h}{\mu_e \cdot \hat{B}} = \frac{R_h}{\omega \cdot L \cdot \mu_e \cdot \hat{B}}$$

2.3. Temperaturbeiwert

2.3.1. der Anfangspermeabilität

Der Temperaturbeiwert der Anfangspermeabilität ist definiert zu

$$\alpha = \frac{(\mu_{i2} - \mu_{i1})}{\mu_{i1} \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)} \left[\frac{1}{K}\right]$$

mit $\vartheta_2 = 63\,°C$, $\vartheta_1 = 23\,°C$

2.3.2. Relativer Temperaturbeiwert

Der auf die Anfangspermeabilität $\mu_i = 1$ bezogene Temperaturbeiwert α/μ_i wird als relativer Temperaturbeiwert bezeichnet

$$\alpha_F = \frac{1}{\mu_{i1}^2} \cdot \frac{\mu_{i2} - \mu_{i1}}{\vartheta_2 - \vartheta_1} \left[\frac{1}{K}\right]$$

In einem Magnetkreis, der einen Luftspalt besitzt und die effektive Permeabilität μ_e hat, verringert sich der Temperaturbeiwert um den Faktor μ_e/μ_i.

Damit gilt

$$\alpha_e = \alpha \cdot \frac{\mu_e}{\mu_i}.$$

Die in der Werkstofftabelle angegebenen Werte von α_F gestatten nach

$$\frac{\Delta L}{L} = \alpha_F \cdot \mu_e \cdot \Delta\,\vartheta$$

die Ausrechnung der relativen Induktivitätsänderung.

Der Temperaturbeiwert kann außer durch eine Scherung auch mittels Vormagnetisierung verändert werden.

2.4. Induktion B und Feldstärke H

Die Induktion B ist eine mit der Feldstärke H durch die Beziehung $B = \mu \cdot \mu_o \cdot H$ verknüpfte nichtlineare Funktion der Feldstärke H, d. h., die Induktion B ist nicht nur der Feldstärke H, sondern auch einem von der Feldstärke abhängigen Faktor, der absoluten Permeabilität $\mu_{abs} = \mu \cdot \mu_o$, proportional. Im SI-System ist hierbei die Induktion B in mT und die Feldstärke H in A/m anzugeben. Graphisch dargestellt ergibt die Beziehung $B = \mu \cdot \mu_o \cdot H$ die bekannte Hystereseschleife.

2.4.1. Sättigungsinduktion B_s

Bei hohen Feldstärken strebt die Induktion einem Sättigungswert B_s zu.
In der Werkstofftabelle sind statt dessen die Induktionswerte B für bestimmte Feldstärkewerte H angegeben.

2.4.2. Remanenzinduktion B_r

Wird beim Durchlaufen der Hystereseschleife nach Erreichen der Sättigungsinduktion die Feldstärke wieder bis auf den Wert H = 0 verringert, dann ergibt sich als verbleibender Induktionswert die Remanenzinduktion B_r.

2.4.3. Koerzitivfeldstärke H_c

Die Koerzitivfeldstärke H_c ist diejenige Feldstärke, für die die Induktion B = 0 ist.

2.5. Curietemperatur ϑ_c

Die Curietemperatur ϑ_c eines magnetischen Werkstoffes ist diejenige Temperatur, bei der die magnetischen Eigenschaften verschwinden. Bei Ferritwerkstoffen ist diese Erscheinung im allgemeinen reversibel, d. h. bei Abkühlung unter die Curietemperatur kehren die magnetischen Eigenschaften wieder.
Bei unseren weichmagnetischen Maniferwerkstoffen gilt als Curietemperatur diejenige Temperatur, bei der die Anfangspermeabilität μ_i auf etwa $1/4$ des bei 23 °C gemessenen Wertes abgesunken ist.

2.6. Desakkommodation

Dies ist die zeitliche μ-Änderung, die bei konstanten Umweltbedingungen vorliegt. Es zeigt sich ein annähernd linearer Abfall, wenn die Zeit logarithmisch aufgetragen wird. Der Desakkommodationsbeiwert ist

$$d = \frac{\mu_{i1} - \mu_{i2}}{\mu_{i1} \cdot \lg \frac{t_2}{t_1}} \quad (t_2 > t_1)$$

Der μ_e unabhängige Desakkommodationsfaktor ist

$$D_F = \frac{d}{\mu_{i1}} = \frac{\mu_{i1} - \mu_{i2}}{\mu_{i1}^2 \cdot \lg \frac{t_2}{t_1}}$$

Der Vorgang der Desakkommodation kann durch starke thermische, mechanische oder magnetische Einflüsse erneut angestoßen werden.
Die Desakkommodation wird bei gescherten Kernen im Verhältnis μ_e/μ_i verringert.

$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} = D_F \cdot \mu_e \cdot \lg \frac{t_2}{t_1}$$

Hinweis zur Abschätzung:

Ein Schalenkern 18 X 11, Mf 183, A_L 160, ($\mu_e = 76$), der 1 Jahr nach Herstellung eingebaut wird, zeigt nach 10 Jahren einen L-Abfall von

$$\frac{\Delta L}{L} < 4 \cdot 10^{-6} \cdot 76 \cdot \lg \frac{10}{1}$$

also $< 0{,}03$ ‰.

2.7. Allgemeine Werkstoffangaben

Lineare Wärmedehnzahl	ca. $6 \cdots 10 \cdot 10^{-6}$/K
Zugfestigkeit	$10 \cdots 20$ N/mm²
Druckfestigkeit	$50 \cdots 80$ N/mm²
E-Modul	ca. $140 \cdot 10^3$ N/mm²
spezifische Wärme	ca. 0,7 J/g · K
Wärmeleitfähigkeit	$3 \cdots 6$ J/mm · s · K
spezifischer Widerstand	$1 \cdots 10^{10}$ Ohm · cm

Manifer ist beständig gegen Wasser, Seewasser und atmosphärische Einflüsse. Es kann von verschiedenen konzentrierten Säuren angegriffen werden.
Chemisch ist Manifer inaktiv.

2.8. Weitere Begriffsbestimmungen

Effektive magnetische Weglänge:
l_e = Kernkonstante zur Berechnung der mittleren Feldstärke in Kernen mit ungleichmäßiger Querschnittsgestaltung

$$l_e = \frac{\left(\Sigma \frac{l_i}{A_i}\right)^2}{\Sigma \frac{l_i}{A_i^2}}$$

Dabei ist l_i eine Teillänge mit gleichem Querschnitt A_i. Bei Kernen mit konstantem Querschnitt ist l_e gleich der mittleren magnetischen Weglänge.

Effektiver magnetischer Kernquerschnitt:
A_e = Kernkonstante zur Berechnung der mittleren Induktion in Kernen mit ungleichmäßiger Querschnittsgestaltung

$$A_e = \frac{\Sigma \frac{l_i}{A_i}}{\Sigma \frac{A_i}{l_{i2}}}$$

Bei Kernen mit konstantem Querschnitt ist A_e gleich dem Querschnitt A.

Das Hysteresevolumen

$$V_e = l_e \cdot A_e$$

ist notwendig zur Berechnung der Hystereseverluste in Rayleighgebiet.

Es gilt:

$$\hat{H} = \frac{i \cdot N}{l_e} \left[\frac{A}{m}\right]$$

$$\hat{B} = \frac{U}{4{,}44 \cdot f \cdot N \cdot A_e} \left[\frac{V \cdot s}{m^2}\right]$$

$$R_h = \frac{1}{\sqrt{\mu_o}} \cdot \frac{h}{\mu_i^2} \cdot \mu_e^{3/2} \cdot \frac{L^{3/2}}{\sqrt{V_e}} \cdot i \cdot f$$

2.9. Einheiten im SI-System

a) Magnetische Feldstärke, Magnetisierung

$1\ \text{A/m} = 10^{-2}\ \text{A/cm} = 1{,}256 \cdot 10^{-2}\ \text{Oe}$ (Oersted)
$1\ \text{kA/m} = 10^3\ \text{A/m} = 10\ \text{A/cm} = 12{,}56\ \text{Oe}$

b) Induktion, magnetische Flußdichte

$1\ \text{T (Tesla)} = 1\ \text{Vs/m}^2 = 10^{-4}\ \text{Vs/cm}^2 = 10^4\ \text{G}$
$1\ \text{mT} = 10 \cdot 10^{-8}\ \text{Vs/cm}^2 = 10\ \text{G}$ (Gauß)

c) Magnetische Feldkonstante μ_o (Induktionskonstante)

$$\mu_o = 1{,}256 \cdot 10^{-6} \frac{T}{A/m}$$

$$= 1{,}256 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am}$$

$$= 1{,}256 \cdot 10^{-8} \frac{Vs}{Acm} = 1 \frac{G}{Oe}$$

$$= 1{,}256 \frac{mT}{kA/m}$$

d) Magnetischer Fluß

1 Wb (Weber = 1 Vs = 1 Tm² = 10 Gcm²
$1\ \text{mWb} = 10^{-3}\ \text{Wb} = 10^5\ \text{M}$ (Maxwell)
$1\ \text{Wb} = 10^8\ \text{M}$.

e) Festigkeit

$10\ \text{N/mm}^2 \approx 1\ \text{kp/mm}^2$ (N = Newton)

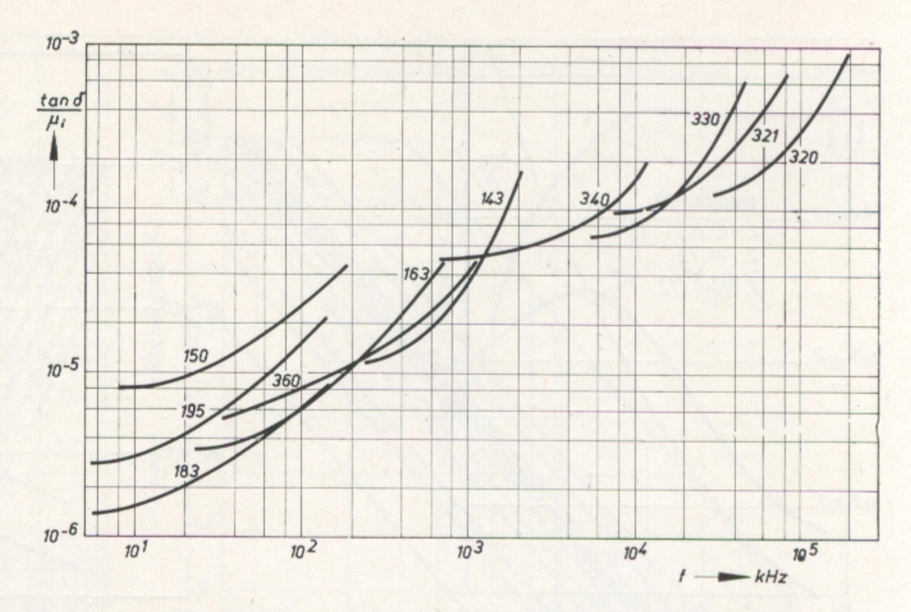
3. Werkstoffeigenschaften

Auszug aus TGL 37843

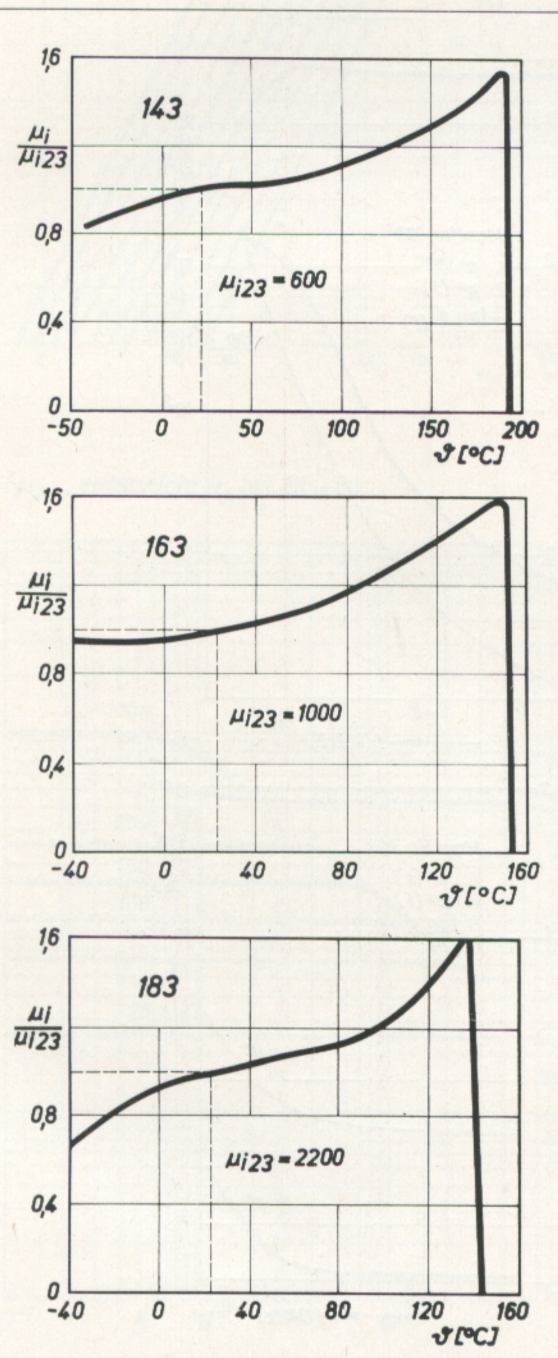
Die nachstehenden Kennwerte werden an entmagnetisierten Prüfkörpern nach TGL 10242/02 nachgewiesen. Sie sind nicht beliebig auf Ferritkörper anderer Form und Größe übertragbar.

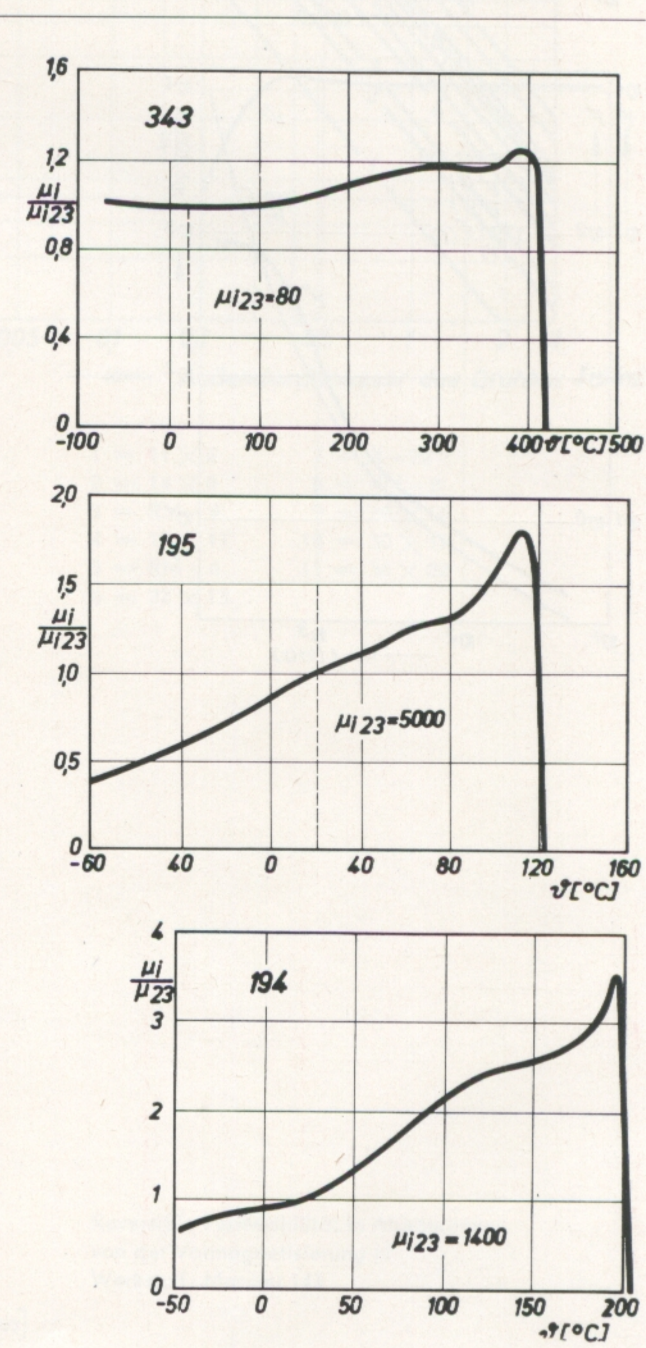
Benennung	Formelzeichen	Maßeinheit	Manifer 143	163*)	183	195	343	164*)	194	196
obere Grenze des Frequenzbereiches für Filteranwendungen	f_{max}	MHz	2	0,5	0,2	0,1	10	—	—	—
Anfangspermeabilität ± %	μ_i		600 20	1 000 20	2 200 20	5 000 20	80 20	1 000 30	1 400 30	1 800 30
Meßfrequenz für Verlustfaktormessung	f_1	MHz	0,5	0,05	0,01	0,01	1	Kennwerte nach Erzeugnisstandard oder Technischer Bedingung		
	f_2	MHz	1	0,1	0,1	0,1	5			
Relativer Verlustfaktor bei f_1	$\frac{\tan\delta}{\mu_i}$	10^{-6}	< 16	< 4	< 1,5	< 3	< 40			
bei f_2			< 35	< 6	< 6	< 15	< 75			
Induktion bei Feldstärke	H	A/m	800	800	800	800				
23 °C	B**)	mT	420	330	330	360				
75 °C			330	270	250					
Curietemperatur (mindestens)	ϑ_c	°C	190	150	140	110	350	150	180	180
Koerzitivfeldstärke ± 40 %	H_c	A/m	90	55	25	20	600	55	35	25
Relativer Temperaturkoeffizient der Anfangspermeabilität (+23 ··· +63 °C)	α_F	10^{-6}/K	0,5 bis 2,5	0,5 bis 2,5	0,5 bis 1,5	0,5 bis 2	1 bis 6			
Rel. Hysteresebeiwert	h/μ_i^2	10^{-6} cm/A	≤ 3	≤ 1,8	≤ 1	≤ 1				
Rel. Desakkommodation	D_F	10^{-6} cm/A	≤ 15	≤ 8	≤ 4					
			Schalen	Schalen Topf, EE	Schalen, RM, EE, X	Schalen, RM, X	Schalen	EE	E EC ER Topf	

*) für Neu- und Weiterentwicklungen bei Schalen- und EE-Kernen nicht zulässig
**) Richtwerte

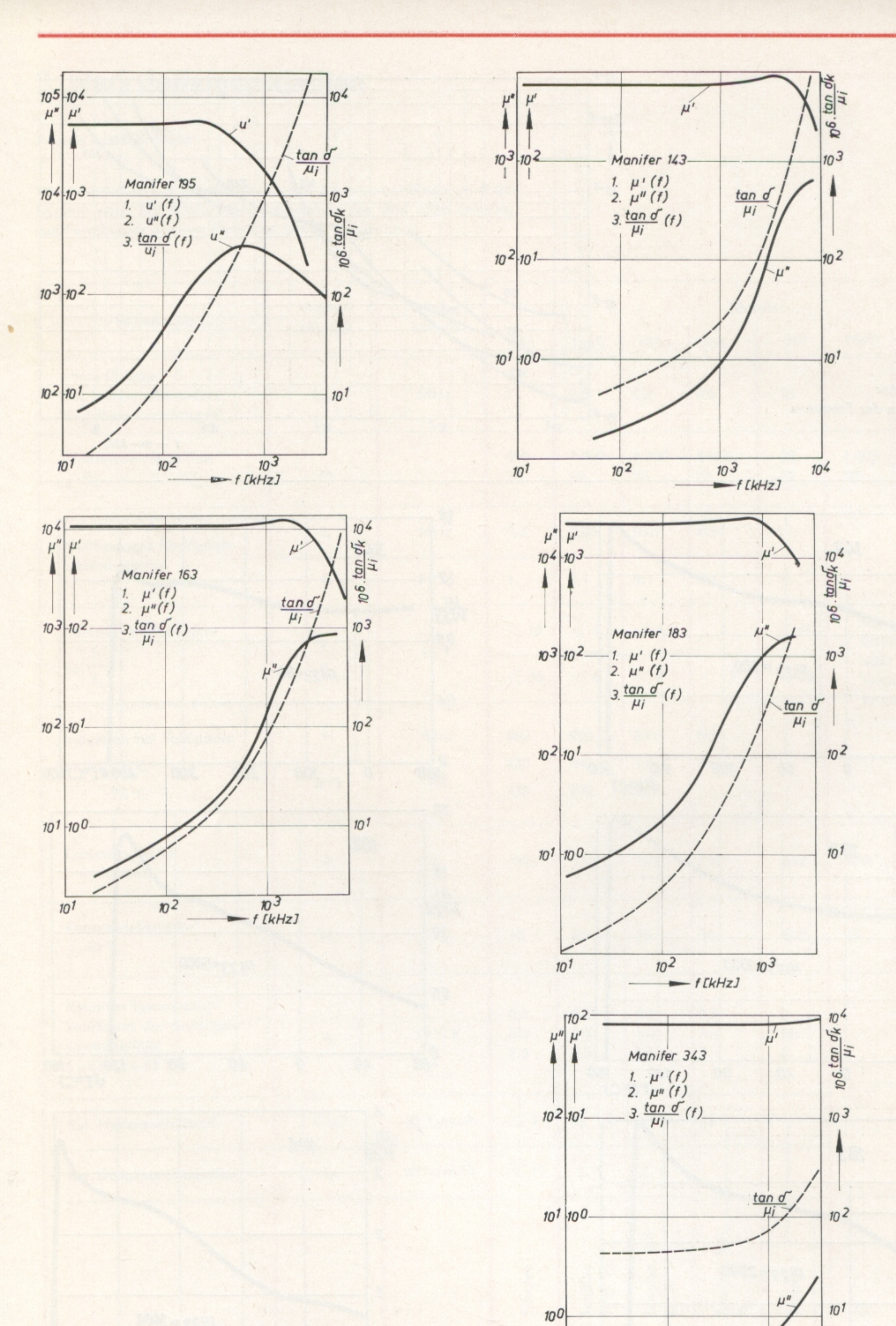


Relativer Verlustfaktor
in Abhängigkeit von der Frequenz



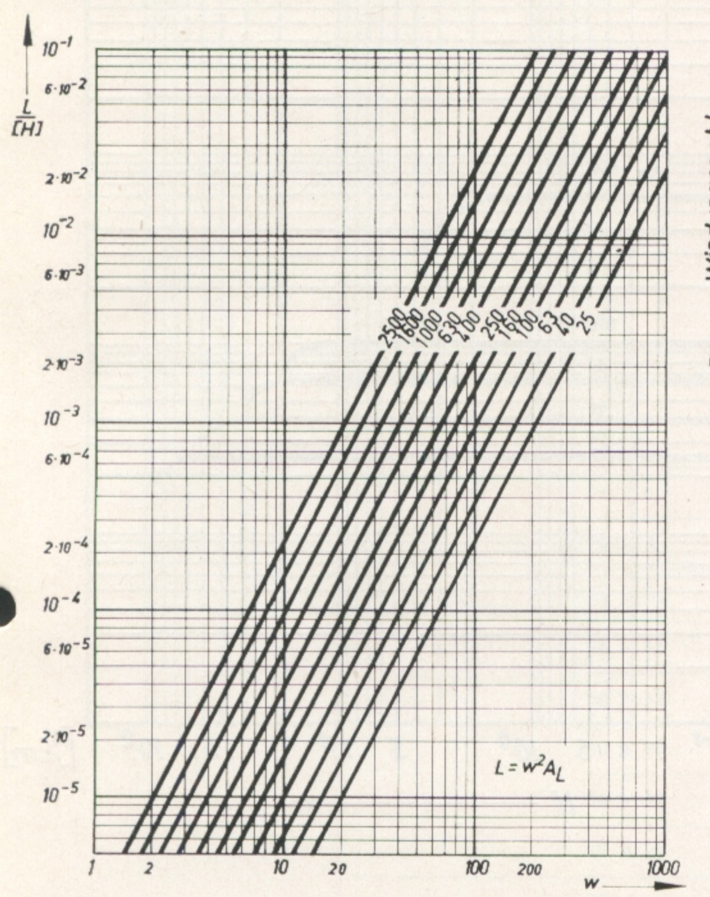


Temperaturabhängigkeit der Anfangspermeabilität μ_i

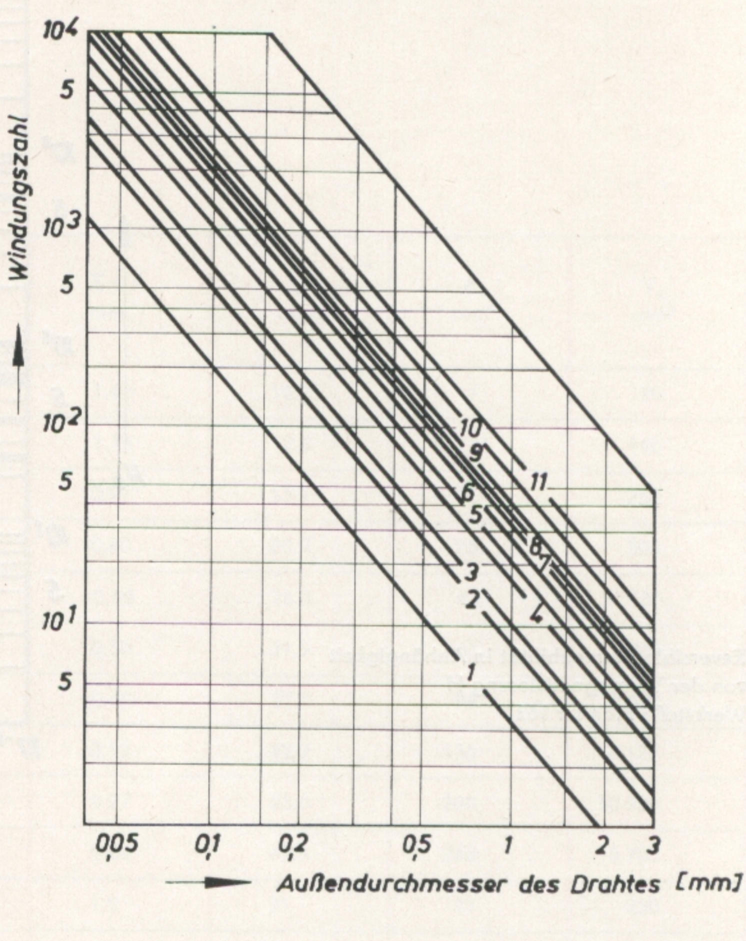


Komplexe Permeabilität in Abhängigkeit von der Frequenz

Abhängigkeit der Induktivität von der Windungszahl und dem A_L-Wert

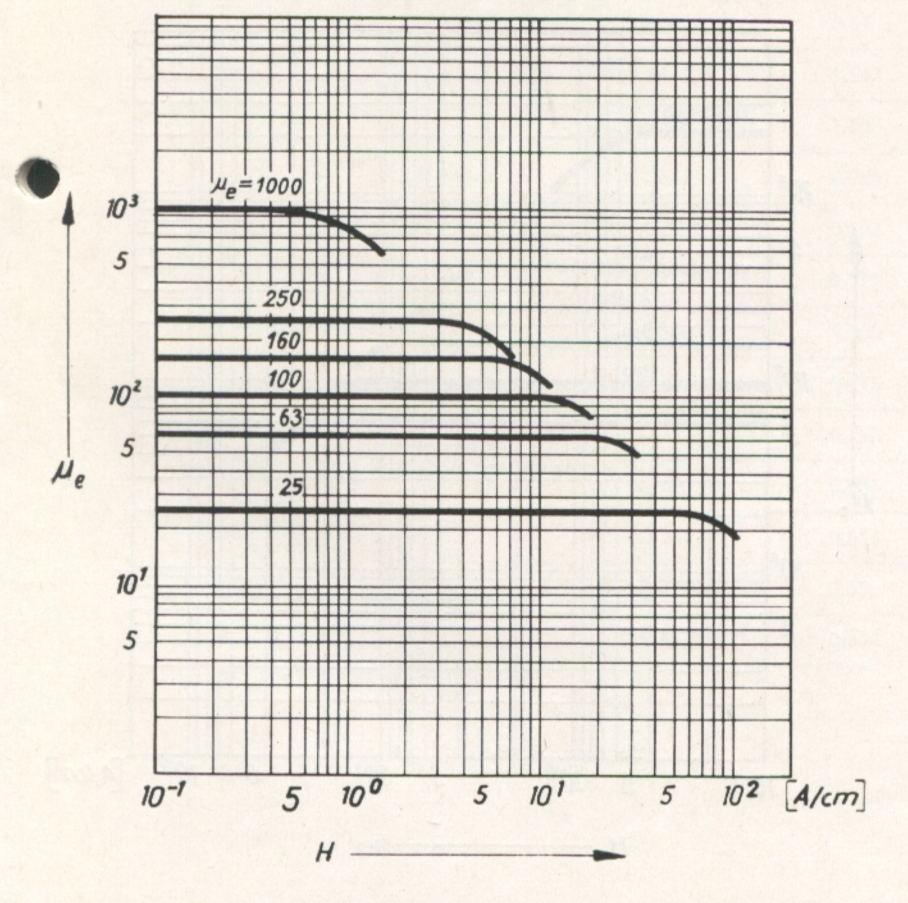


Maximale Windungszahl in Abhängigkeit vom Außendurchmesser des Drahtes

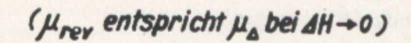


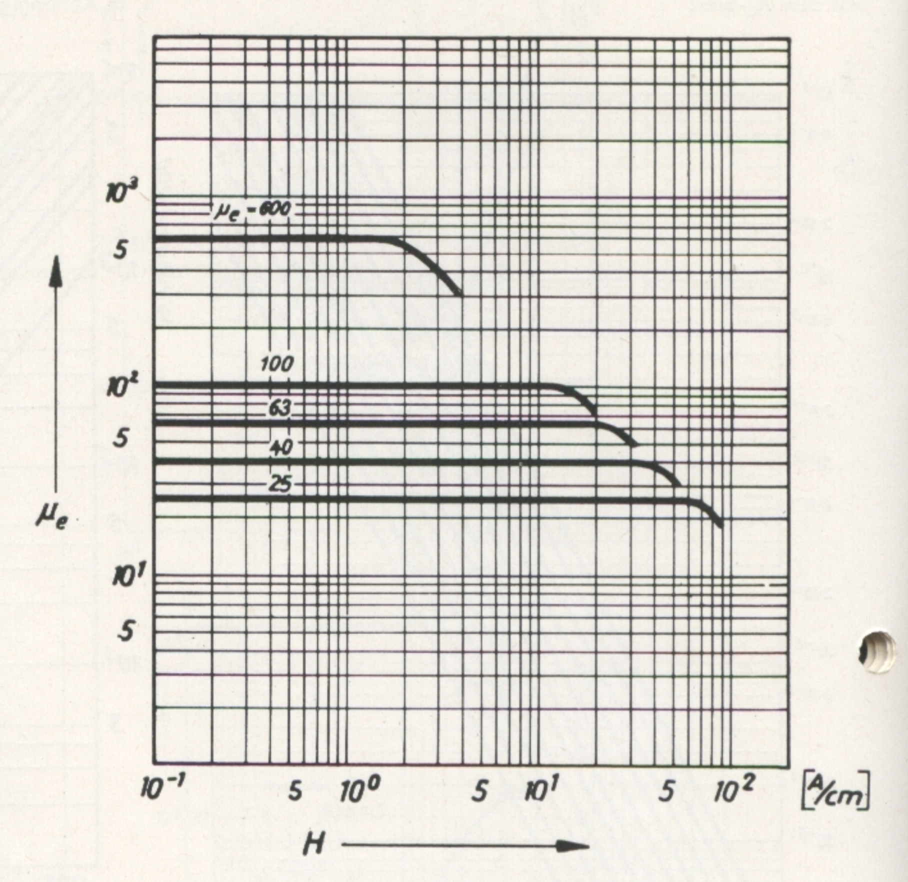
1 = 11 × 6		7 = X – 22	
2 = 14 × 8		8 = RM – 8	
3 = RM – 4		9 = 26 × 16	
4 = 18 × 11		10 = 30 × 19	
5 = RM – 6		11 = 36 × 22	
6 = 22 × 13			

(μ_{rev} entspricht μ_Δ bei $\Delta H \to 0$)

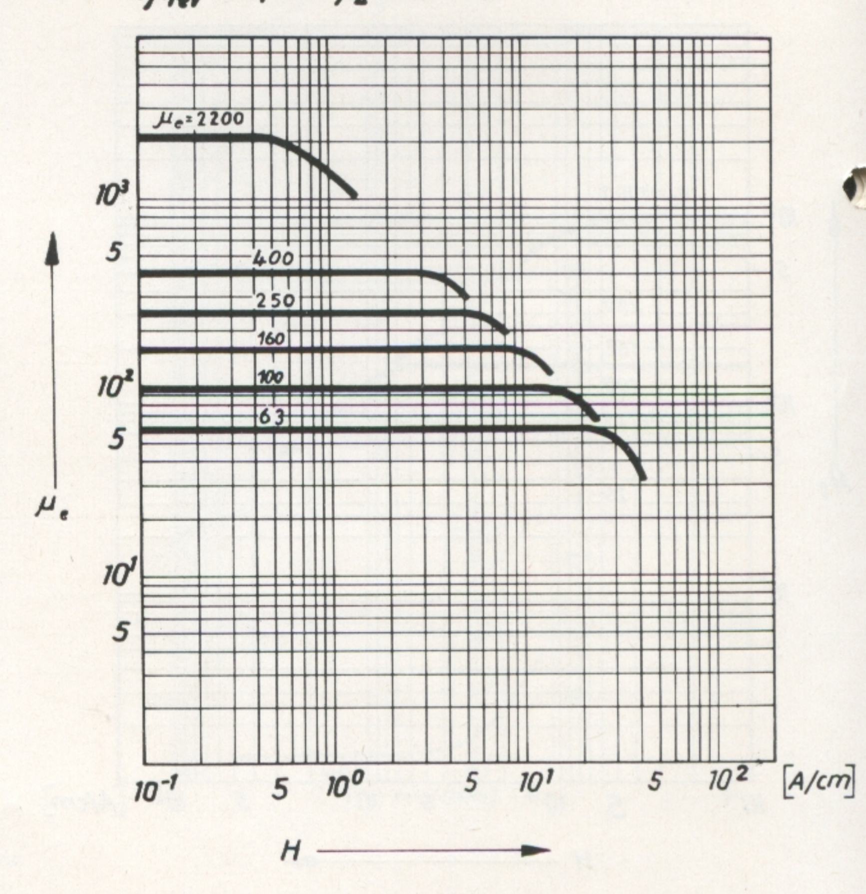


Reversible Permeabilität in Abhängigkeit von der Vormagnetisierung H
Werkstoff: Manifer 143





Reversible Permeabilität in Abhängigkeit
von der Vormagnetisierung H
Werkstoff: Manifer 163



Reversible Permeabilität in Abhängigkeit
von der Vormagnetisierung H
Werkstoff: Manifer 183

Formkenngrößen

		Σ l/A mm^{-1}	l_e mm	A_e mm^2	V_e mm^3
Schalenkerne nach TGL 16565	7 × 4	1,46	10,2	7	70
	9 × 5	1,16	12,8	11	140
	11 × 6	0,97	15,5	16	250
	14 × 8	0,80	20,0	25	500
	18 × 11	0,60	26,0	43	1 100
	22 × 13	0,50	31,5	63	2 000
	26 × 16	0,40	37,5	94	3 520
	30 × 19	0,33	45,0	136	6 120
	36 × 22	0,27	53,0	200	10 700
	42 × 29	0,26	69,9	268	18 700
RM-Kerne nach TGL 27630	RM 4	1,9	21	11	230
	RM 5	1,0	21	21	450
	RM 6	0,87	27	31	840
	RM 8	0,67	35	52	1 820
E-Kerne nach TGL 4820, TGL 39568	E 16/4,5	1,647	37,0	22,5	830
	E 20/5	1,30	42,2	32,5	1 360
	E 30/7	0,985	62,2	63,2	3 940
	E 42/15	0,492	95,5	194	18 500
	E 42/20	0,376	95,5	240	23 500
	E 55/20	0,332	123,5	372	45 950
EC-Kerne nach TGL 39569	EC 35	0,918	77,4	84,3	6 530
	EC 41	0,735	89,3	121	10 800
	EC 52	0,581	105	180	18 800
	EC 70	0,514	144	279	40 100
Kerne	ER 42/15	0,58	99	170	16 800
	ER 48/21/21	0,394	100	254	25 400

Weitere Begriffsbestimmungen

Symbol	Bezeichnung	Einheit
μ	(rel) Permeabilität	
μ_o	magnetische Feldkonstante, $1{,}257 \times 10^{-6}$	Vs/Am
μ_i	(rel) Anfangspermeabilität	
μ_e	(rel) effektive Permeabilität	
$\overline{\mu}$	(rel) komplexe Permeabilität	
μ_r'	(rel) Realteil von $\overline{\mu}$	Reihen-schaltung
μ_r''	(rel) Imaginärteil von $\overline{\mu}$	
μ_p'	(rel) Realteil von $\overline{\mu}$	Parallel-schaltung
μ_p''	(rel) Imaginärteil von $\overline{\mu}$	
L	Induktivität	H = Vs/A
A_L	Induktivitätsfaktor $A_L = L/N^2$	nH
N	Windungszahl	
$\widehat{B}$	Scheitelwert der magnetischen Induktion	Vs/m², T
$\widehat{H}$	Scheitelwert der magnetischen Feldstärke	A/m
B	Effektivwert der magnetischen Induktion	Vs/m², T
H	Effektivwert der magnetischen Feldstärke	A/m
tg δ	Verlustfaktor	
tg δ/μ_i	relativer Verlustfaktor	
Q	Gütefaktor	
ω	Kreisfrequenz, $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$	s^{-1}
f	Frequenz	s^{-1}, Hz
h	Hysteresebeiwert des Werkstoffes	10^{-6} cm/A
h/μ_i^2	relativer Hysteresebeiwert	10^{-6} cm/A
η_B	Hysteresematerialkonstante ($h/\mu_i^2 = 2 \cdot \pi \sqrt{2}\ \mu_o\ \eta_B$)	1/mT
α	Temperaturbeiwert	1/K
α/μ_i, α_F	bezogener Temperaturbeiwert	1/K
d	Desakkommodationsbeiwert	
D_F	relativer Desakkommodationsbeiwert	
t	Zeit	s, h
ϑ	Temperatur	°C, K
P_V	Verlustleistung	W
P_V/V_e	spezifische Verlustleistung	mW/cm³

4. Schalenkerne, optimale Reihe, TGL 16 565

4.1. Allgemeines

Schalenkerne der optimalen Reihe werden aus den Werkstoffen Manifer 143, 163, 183, 195 und 343 hergestellt. Sie werden verwendet als Kernmaterial in hochwertigen konstanten und abgleichbaren Induktivitäten.
Zu einem Satz Schalenkerne gehören je zwei Schalenkernhälften, die an den geschliffenen Stoßflächen zusammengesetzt werden.
Die geschlossene Bauform gewährleistet eine gute magnetische Abschirmung der Spule.
Gescherte magnetische Kreise gewährleisten eine hohe zeitliche Konstanz, engtolerierte Induktivität sowie eine geringe Abhängigkeit von Vormagnetisierungsfeldern. Aus diesem Grunde werden Schalenkerne mit unterschiedlichen Luftspalten hergestellt. Luftspalte $<$ 0,2 mm werden asymmetrisch in nur eine Schalenkernhälfte und Luftspalte $>$ 0,2 mm symmetrisch in beiden Schalenkernhälften geschliffen.
Bei großen Luftspalten treten zusätzliche Streufelder auf, die auf die Wicklung der Spule zurückwirken. Zur Herabsetzung dieser Beeinflussung wird eine Aufpolsterung des Spulenkörpers durch Einlegen einer Styroflexfolie bzw. die Verwendung eines aufgepolsterten Spulenkörpers empfohlen.

4.2. Armaturen und Montagehinweise

Beim Einbau von Schalenkernspulen in gedruckte Schaltungen werden diese mit Halterungen und Lötanschlüssen zu kompletten Aufbauten armiert, die konstruktiv so gestaltet sind, daß das Bauvolumen minimal ist. Die Verwendung in normaler Verdrahtungstechnik und ein zusätzlicher Schutz durch Schutzkappen ist möglich.
Bei einer kompletten Schalenkernspule werden die Schalenkernhälften durch den Bügel (3) zusammengepreßt und mit dem Lötstiftträger (1) verbunden. Eine Führung (2) nimmt das Abgleichelement auf.
Auf besonderen Wunsch sind zu jedem Aufbau Schutzkappen (5) lieferbar.
Für die Chassismontage (Normalverdrahtung) stehen Befestigungswinkel (4) zur Verfügung.
Die Lieferung erfolgt in Einzelheiten. Die Montage übernimmt der Anwender.
Die zusammengehörigen Schalenkernhälften sind sorgfältig mit der Markierung (Farbstrich über beide Schalenkernhälften) in Übereinstimmung zu bringen. Zur Erhöhung der Induktivitätskonstanz und bei Verwendung in stoßbeanspruchten Geräten können die Schalenkernhälften mit Epoxidharz verklebt werden. Bei Schalenkernen mit asymmetrischem Luftspalt ist der Spulenkörper in die Schalenkernhälfte einzukleben, die den Luftspalt hat.
Für den Lötvorgang ist es zweckmäßig, den Lötstiftträger in einer metallischen Rasterlehre zu zentrieren, um die für Polystyrol PS-S 246 P nach TGL 11690 zulässige Höchsttemperatur von 70 °C nicht zu überschreiten.

Zur Verbesserung der Lötfähigkeit der Anschlußdrähte an die Lötstifte wird die Anwendung einer Lötreuse empfohlen. Die Aufbauten 11 × 6, 14 × 8 und 18 × 11 bieten die Möglichkeit, den Schalenkern von beiden Seiten abzugleichen, weil die Gewindebuchse je nach Bedarf zwischen Schalenkern und Lötstiftträger oder zwischen Schalenkern und Bügel eingesetzt werden kann. Bei den Aufbauten 22 × 13 bis 36 × 22 ist der zweiseitige Abgleich dadurch gesichert, daß ein mit einem durchgehenden Dreikantloch versehener Gewindekern verwendet wird. Es wird empfohlen, um eine möglichst geringe Beeinflussung der Langzeitkonstanz der Schalenkerne zu bekommen, den Gewindekern von der Flanschseite her in die Stegbuchse einzudrehen.
Bei Verwendung der Normalverdrahtung mit Schutzkappe sind vom Anwender entsprechende seitliche Aussparungen an der Schutzkappe anzubringen, damit die Befestigungswinkel montiert werden können.
Zur Erreichung maximaler Abgleichbereiche wird es bei Schalenkernen der Typen 30 × 19 und 36 × 22 aus Manifer 183 notwendig, die Gewindehülse 5136.1-5116.00 in folgenden Abständen vom Schalenkernboden einzubauen:

Kerngröße	A_L-Wert	Abstand (mm)
30 × 19	1 000	1,0
	630	1,0
	400	1,0
	250	2,0
36 × 22	1 000	1,5
	630	1,5
	400	2,0
	250	2,5

Bei 26 × 16 für alle Typen Abstand Null.

Für den dauerhaften Festsitz der Gewindehülse in der Schalenkernbohrung wird empfohlen, diese mit Expoxidharz festzulegen.
Zur Erzielung optimaler Abgleichkurven ist ein genaues Zentrieren der beiden Schalenkernhälften in ihrer Bohrung unbedingt notwendig.

4.3. Meßspulen

4.3.1

Gütemeßspulen für RM-Kerne nach TGL 27630
A_L-Wert-Meßspulen für RM-Kerne nach TGL 27630

Spulenkörper nach TGL 27630		Wicklung		Gleichstrom-widerstand R_{20} [Ω]		Induktivität L [μH]		Spulengüte bei Meßfrequenz	
Nenn-größe	Kurz-zeichen	Kurzbezeichnung des Wickeldrahtes nach TGL 5035	Anzahl der Windungen	von	bis	von	bis	Q [min]	f [MHz]
RM 4	SA 4	HFL 30 × 0,03	100	1,65	1,75	34,5	37,0	60	0,6
RM 5	SA 5	HFL 20 × 0,05	100	1,50	1,60	48,0	53,0	60	0,6
RM 6	SA 6	HFL 15 × 0,07	100	0,92	1,02	64,8	67,5	65	0,6
RM 8	SA 8	HFL 30 × 0,07	100	0,60	0,70	84,0	87,0	65	0,6

4.3.2

A_L-Wert-Meßspulen für Schalenkerne aus Mf 143, 163, 183, 195, 343 alle Nenngrößen
Gütemeßspulen für Schalenkerne aus Mf 183, Nenngrößen 14 × 8 bis 42 × 29

Spulenkörper nach TGL 16565		Wicklung		Gleichstrom-widerstand R_{20} [Ω]		Induktivität L [μH]		Spulengüte bei Meßfrequenz	
Nenn-größe	Kurz-zeichen	Kurzbezeichnung des Wickeldrahtes	Anzahl der Windungen	von	bis	von	bis	Q mind.	f [MHz]
7 × 4	61-2151	Rdr Lelz Cu – TGL 8402 Polyurethan 0,1		3,2	4,2	37,0	40,0	25	
9 × 5	61-2152	0,15	100	1,9	2,2	51,0	56,0	15	1,0
11 × 6	61-3154	Runddraht LPa 0,1 Cu – TGL 200-1725		4,5	5,5	62,1	65,9	35	
14 × 8	61-3156	HFL 7 × 0,07 TGL 5035		1,93	2,15	69,9	74,8	70	0,8
18 × 11	61-4158	HFL 15 × 0,07 TGL 5035		1,11	1,26	81,9	85,3	80	0,6
22 × 13	61-4162	HFL 20 × 0,07 TGL 5035		0,96	1,08	94,9	104,8	90	0,4
26 × 16	61-5158	HFL 30 × 0,07 TGL 5035	2 × 50	0,76	0,85	110,0	123,0	120	0,3
30 × 19	61-5162	HFL 45 × 0,07 TGL 5035		0,59	0,66	137,0	146,0	130	
36 × 22	61-6155	HFL 60 × 0,07 TGL 5035		0,52	0,58	166,5	176,5	140	0,2
42 × 29	61-6162	HFL 90 × 0,07 TGL 5035		0,38	0,44	165,0	175,0	190	

4.3.3

Gütemeßspulen für Schalenkerne aus Manifer 143, alle Nenngrößen

Gütemeßspulen für Schalenkerne aus Manifer 183, Nenngrößen 7 × 4 bis 11 × 6

Spulenkörper nach TGL 16565		Wicklung			Gleichstromwiderstand [Ω] R_{20}		Induktivität L [μH]		Spulengüte bei Meßfrequenz	
Nenngröße	Kurzzeichen	Kurzbezeichnung des Wickeldrahtes nach TGL 5035	Anzahl der Windungen	Aufpolsterung mm	von	bis	von	bis	Q [min]	f [MHz]
7 × 4	61-2151	HFL So 10 × 0,03	60	—	2,00	3,00	13,50	16,00	40	1,5
9 × 5	61-2152	HFL 10 × 0,05	60	—	1,00	1,50	18,50	21,50	70	1,5
11 × 6	61-3154	HFL So 20 × 0,03	60	—	1,75	1,95	22,50	25,00	70	1,0
14 × 8	61-3156	HFL So 30 × 0,05	2 × 15	—	0,266	0,294	6,27	6,93	72	2,0
18 × 11	61-4159	HFL So 60 × 0,05	3 × 10	—	0,161	0,179	7,13	7,88	80	2,0
22 × 13	61-4163	HFL So 90 × 0,05	3 × 10	—	0,138	0,152	8,46	9,35	92	2,0
26 × 16	61-5159	HFL So 90 × 0,05	3 × 10	0,5	0,161	0,179	11,03	12,50	140	2,0

4.3.4

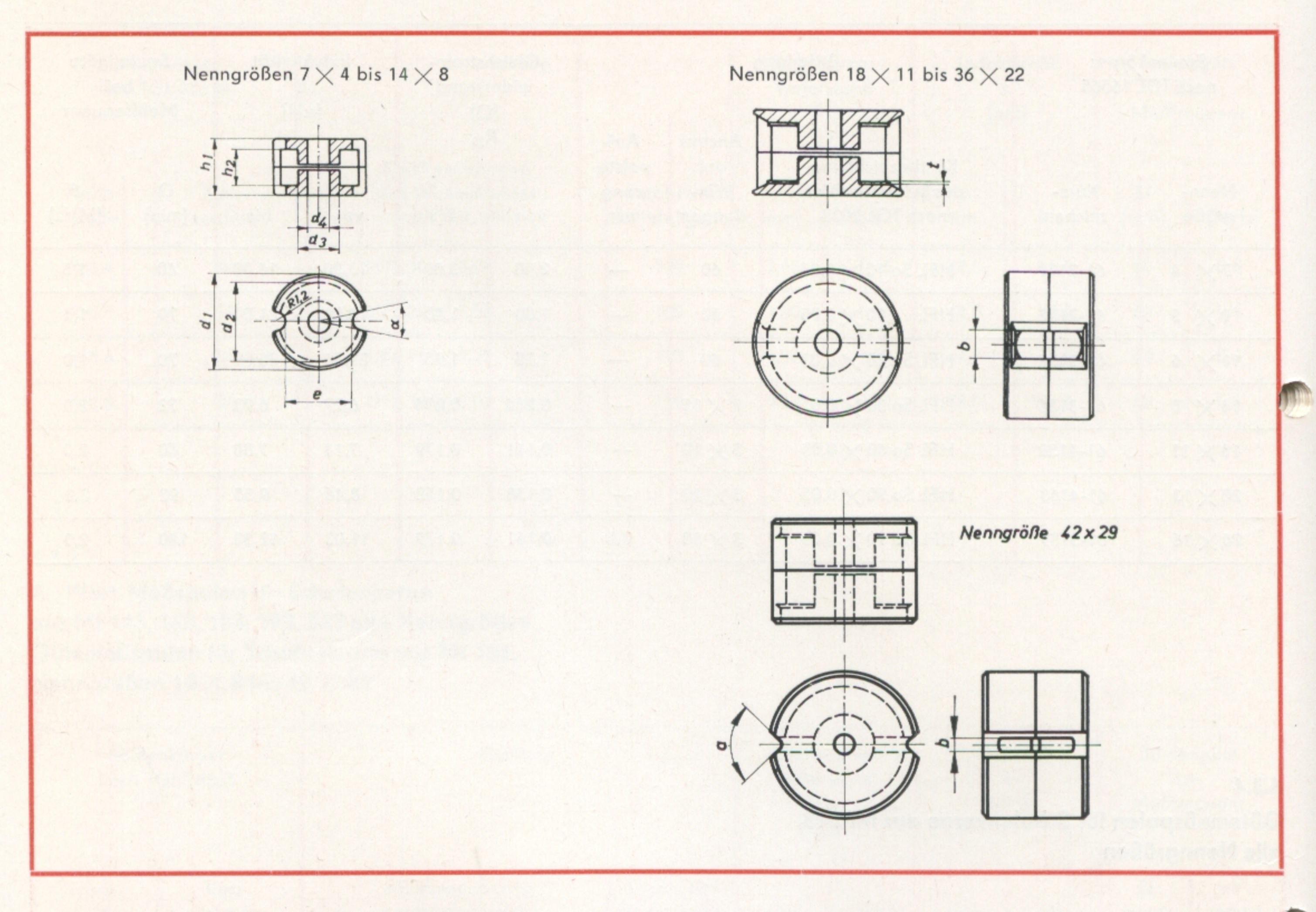
Gütemeßspulen für Schalenkerne aus Mf 343, alle Nenngrößen

Spulenkörper nach TGL 16565		Wicklung			Meßfrequenz	Gleichstromwiderstand R_{20} [Ω]		Induktivität L [μH]		Spulengüte bei Meßfrequenz	
Nenngröße	Kurzzeichen	Kurzbezeichnung des Wickeldrahtes	Anzahl der Windungen	Aufpolsterung mm	MHz	von	bis	von	bis	Q [min]	f [MHz]
14 × 8	61-3156	HFL So 30 × 0,03 TGL 5035	2 × 18	0,5	1,44	0,855	0,945	10,93	12,08	130	3
			2 × 6		5,76	0,219	0,242	1,425	1,575	120	9
18 × 11	61-4159	HFL So 60 × 0,03 TGL 5035	3 × 12	1,0	1,44	0,561	0,620	13,59	15,02	190	3
			3 × 5	1,0*[1])	5,76	0,257	0,284	2,09	2,31	140	7
22 × 13	61-4163		3 × 12	1,5	1,44	0,760	0,840	17,10	18,90	240	3
	61-4161	LPa 0,7 Cu – TGL 200-1725	10	2,0	5,76	0,031	0,035	1,71	1,89	150	15

*[1]) Es ist nur die mittlere Kammer mit Polystyrolfolie aufzupolstern

4.4. Schalenkerne, optimale Reihe, Abmessungen TGL 16565

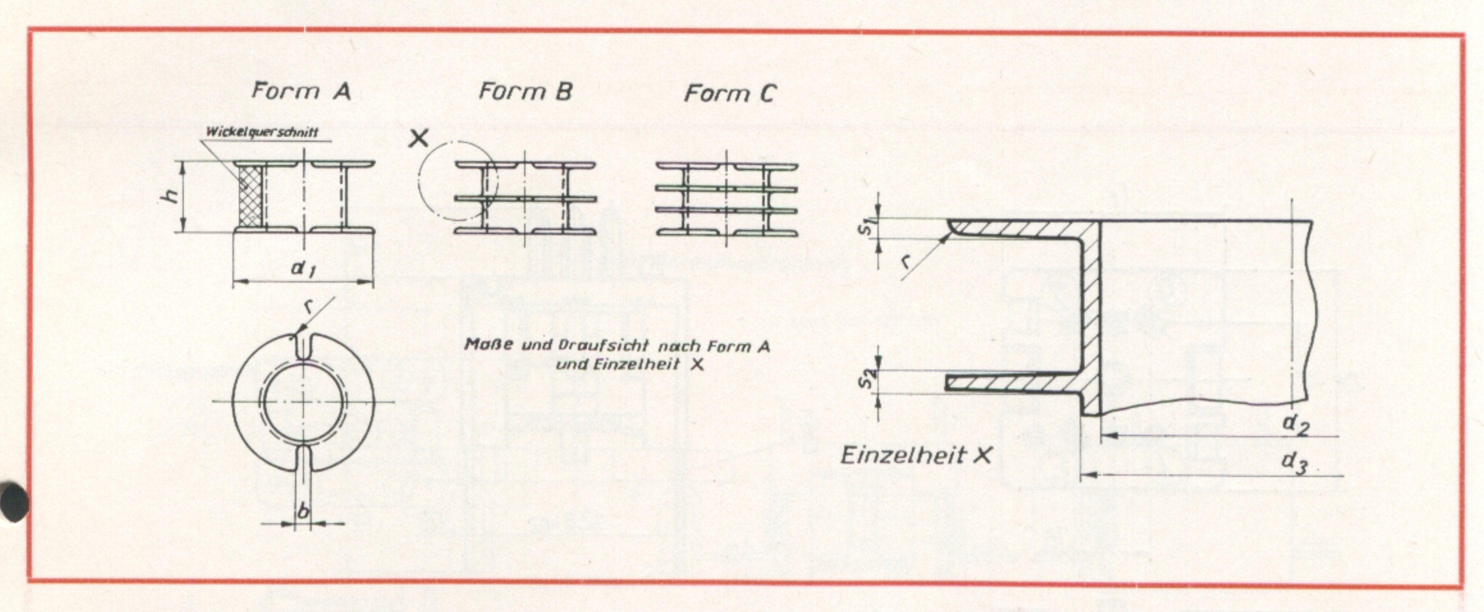
Abmessungen



Nenngröße	d_1	zul. Abw.	d_2	zul. Abw.	d_3	zul. Abw.	d_4	zul. Abw.	h_1	zul. Abw.	h_2	zul. Abw.	b ±0,3	e	α	t ±0,3
7 × 4	7,35	−0,3	5,8	+0,1	3,0	−0,1	1,05	+0,1	4,2	−0,2	2,8	+0,2		4,4 ± 0,3		
9 × 5	9,3	−0,3	7,5	+0,25	3,9		2,0	+0,1	5,4	−0,2	3,6	+0,3	—	5,6 ± 0,3	30°	
11 × 6	11,3	−0,4	8,8	+0,4	4,5	−0,2	1,8	+0,2	6,6		4,0			6,8 ± 0,3		—
14 × 8	14,3	−0,5	11,6		6,0		3,0		8,5	−0,3	5,6			9,8 ± 0,3	22°	
18 × 11	18,4	−0,8	14,9	+0,5	7,6	−0,3			10,7		7,2					0,3
22 × 13	22,0		17,9	+0,6	9,4		4,4		13,6		9,2	+0,4	3,3			0,4
26 × 16	26,0	−1,0	21,2	+0,8	11,5	−0,4			16,3	−0,4	11,0			—	—	0,5
30 × 19	30,5		25,0		13,5		5,4	+0,3	19,0		13,0		3,8			
36 × 22	36,2	−1,2	29,9	+1,0	16,2	−0,6			22,0	−0,6	14,6		4,3			0,6
42 × 29	43,1	−1,4	35,6	+1,4	17,7				29,9		20,3			35,6 + 1,4	90°	

Die Abmessungen der Schalenkerne entsprechen TGL 16565 sowie der IEC-Empfehlung 133. Sie sind so gewählt, daß de Schalenkernspulen optimale elektrische Kennwerte (optimale Reihe) besitzen.

4.5. Spulenkörper für Schalenkerne, optimale Reihe, Abmessungen TGL 16565

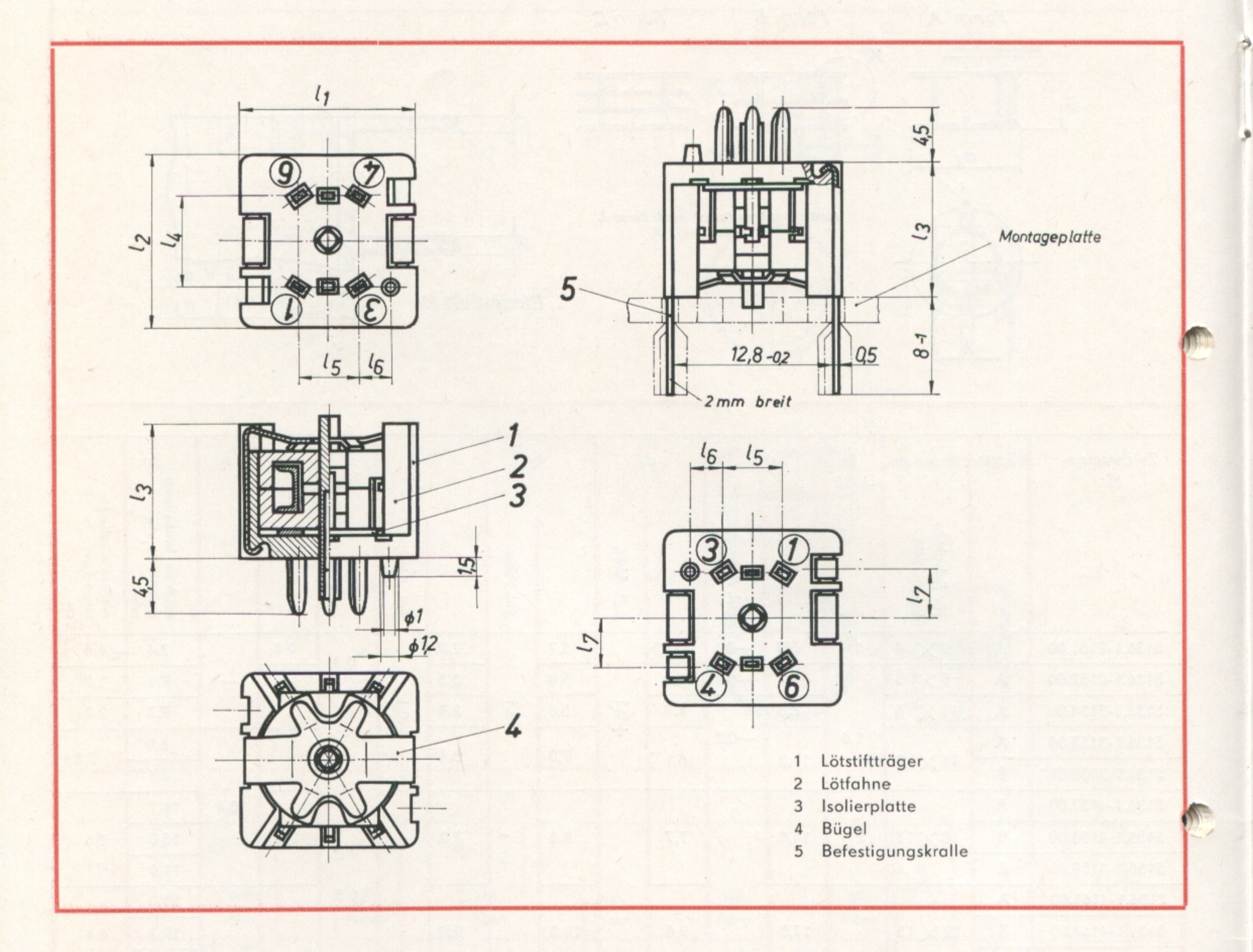


Zeichnungs-Nr.	Form	für Schalenkerngröße	b +0,2	d_1	zul. Abw.	d_2	zul. Abw.	d_3	zul. Abw.	h	zul. Abw.	r ≈	s_1	s_2	nutzbarer Wickelraumquerschnitt A_n mm²	mittlere Windungslänge l_m cm
5136.1-2151.00	A	7 × 4	1	5,7	—0,1	3,05		3,7		2,7		0,3	0,3		1,4	1,4
5136.1-2152.00	A	9 × 5		7,4	—0,15	4,0		5,0		3,5				—	2,1	1,9
5136.1-3154.00	A	11 × 6		8,6		4,7	+0,1	5,6	—0,1	3,8	—0,1				2,7	2,2
5136.1-3155.00	A	14 × 8	1,6		—0,2								0,45		6,9	
5136.1-3156.00	B			11,5		6,1		7,0		5,4					6,1	2,8
5136.1-4157.00	A													0,4	14,1	
5136.1-4158.00	B	18 × 11	2	14,8		7,7		8,8		7,0			0,5		13,0	3,6
5136.1-4159.00	C														11,9	
5136.1-4161.00	A											0,5			21,0	
5136.1-4162.00	B	22 × 13		17,8		9,6		10,8		9,0					19,3	4,4
5136.1-4163.00	C		2,5										0,6	0,5	17,6	
5136.1-5157.00	A														31,6	
5136.1-5158.00	B	26 × 16		20,9		11,7		12,9		10,8					29,6	5,2
5136.1-5159.00	C				—0,3		+0,2		—0,2		—0,2				27,6	
5136.1-5161.00	A														46,6	
5136.1-5162.00	B	30 × 19		24,7		13,7		15,0		12,8		0,6	0,7	0,7	43,3	6,1
5136.1-5163.00	C		3												40,3	
5136.1-6154.00	A														65,0	
5136.1-6155.00	B	36 × 22		29,6		16,5		17,9		14,4		0,7	0,8	0,8	60,3	7,3
5136.1-6156.00	C														56,1	
5136.1-6161.00	A	42 × 29	2,8	35,4		18,0		19,7		19,8		1	1	1	120,5	8,5
5136.1-6162.00	B														113,6	

Werkstoff: Polystyrol PS-S 246 P TGL 11690

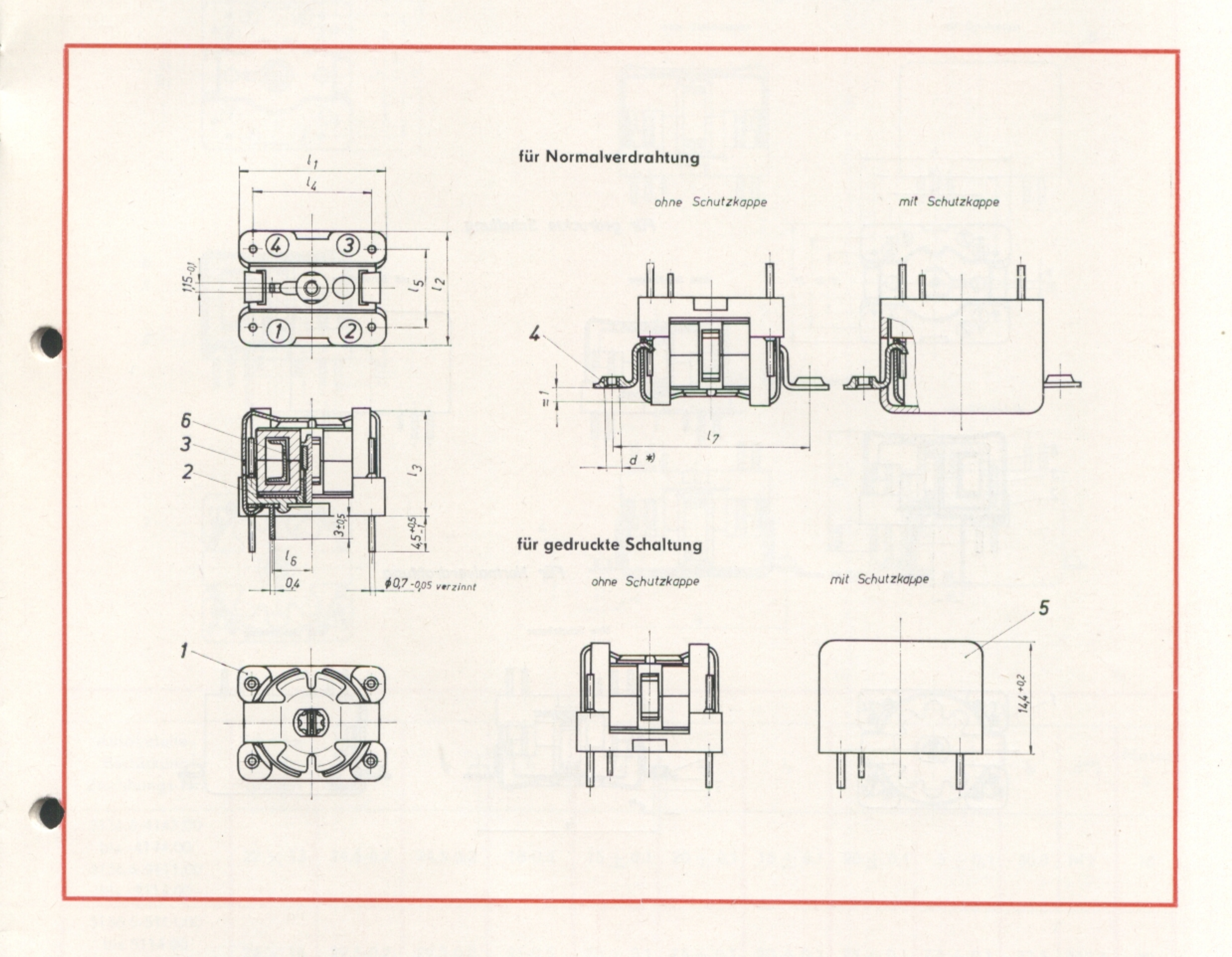
4.6. Einbaumaße für Schalenkernaufbauten

4.6.1. Einbaumaße für Schalenkernaufbau 11 × 6, Optimale Reihe TGL 16565



Zeichnungs-Nr.	Kerngröße	l_1	l_2	l_3	l_4
5136.6-3113.00 und -3114.00	11 × 6	14-0,2	14–0,2	10,5 ± 0,2	7,5 ± 0,1
		l_5	l_6	l_7	Masse g
		5 ± 0,1	2,5 ± 0,1	4 ± 0,1	≈ 3

4.6.2. Einbaumaße für Schalenkernaufbau 14 × 8, Optimale Reihe TGL 16565

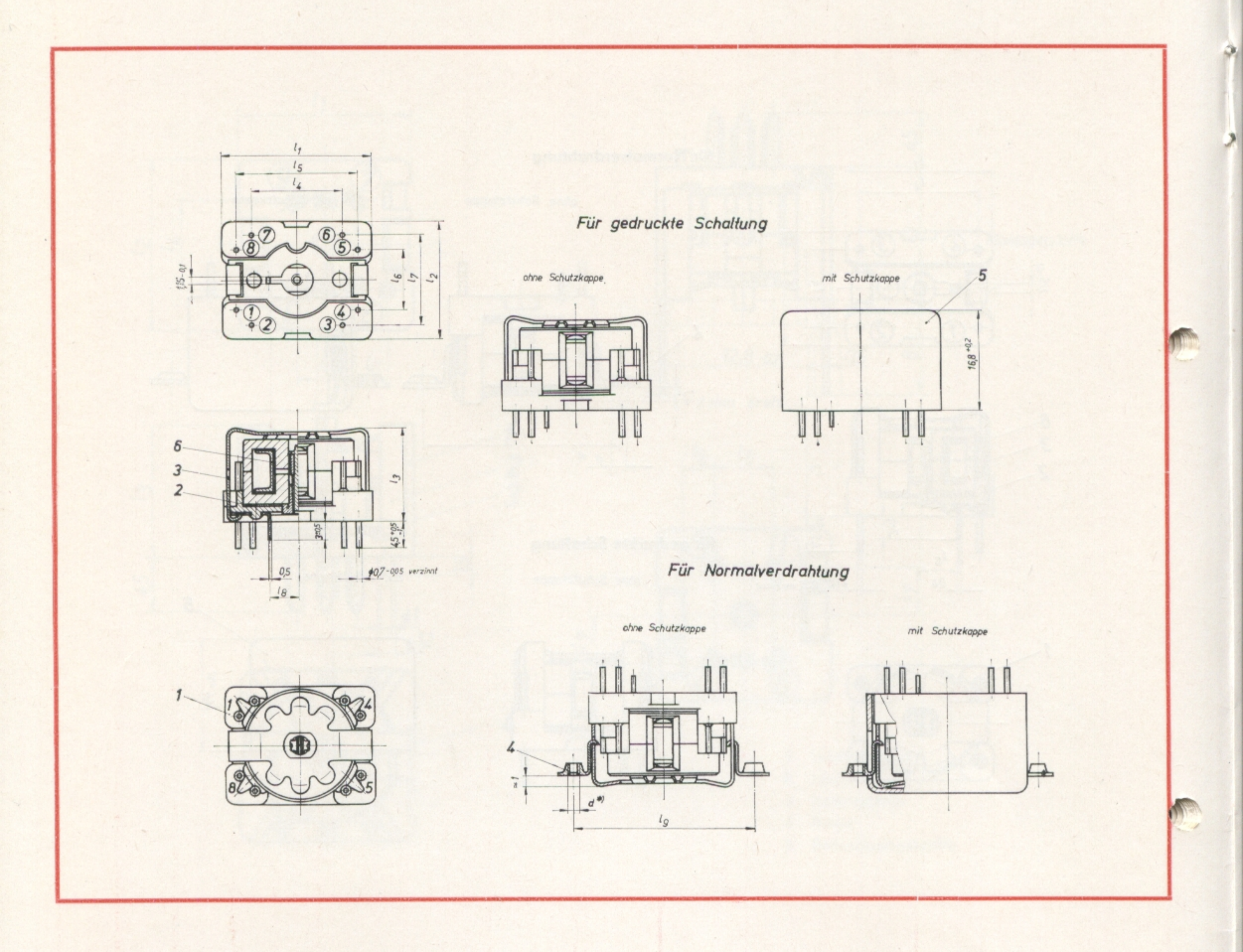


Zeichnungs-Nr.	Kerngröße	l_1	l_2	l_3		l_4
5136.6-3116.00 bis -3119.00	14 × 8	18,5–0,2	14,5–0,2	13,5–0,5		15 ± 0,1
		l_5	l_6	l_7	d**)	Masse g
		10 ± 0,1	5 ± 0,1	22,5	M 2	4

Bei Verwendung mit Schutzkappe vergrößern sich die Maße l_1 und l_2 um 1,8 mm, l_3 um max. 1,2 mm. Masse g für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe.

*) passend in Leiterplatte mit Grundrastermaß 2,5 mm mit Bohrungsdurchmesser 1,3 + 0,1 in der Leiterplatte
**) ISO-Gewinde nach TGL 7907

4.6.3. Einbaumaße für Schalenkernaufbau 18 × 11, Optimale Reihe TGL 16565



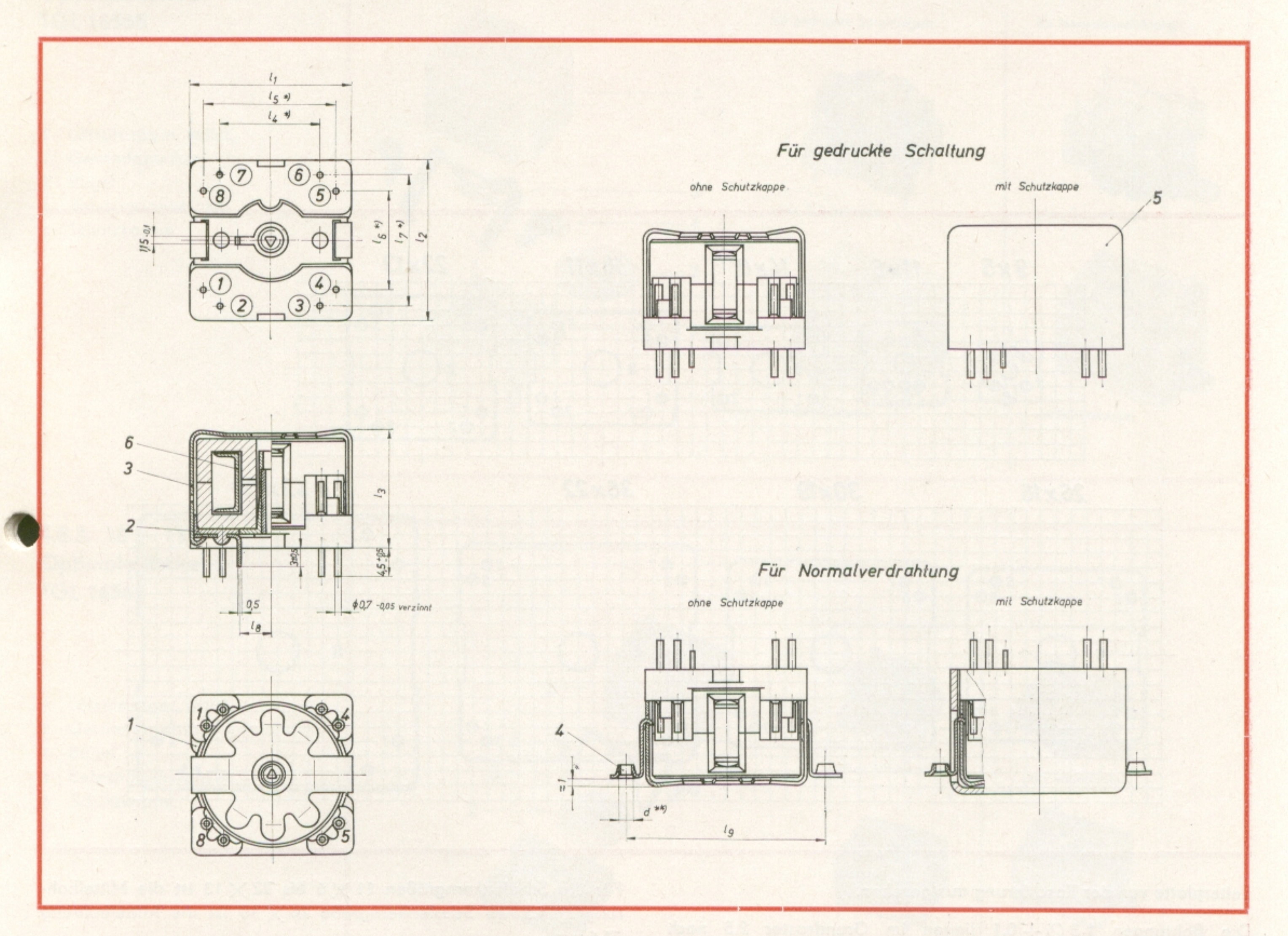
Zeichnungs-Nr.	Kerngröße	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6
5136.6-4111.00 bis -4114.00	18 × 11	24,5–0,2	19,5–0,2	15,7–0,5	15 ± 0,1	20 ± 0,1	10 ± 0,1
		l_7	l_8	l_9	d**)		Masse g
		15 ± 0,1	5 ± 0,1	30	M 2		6

Bei Verwendung mit Schutzkappe vergrößern sich die Maße l_1 und l_2 um 2,4 mm, l_3 um max. 1,5 mm. Masse g für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe.

*) passend in Leiterplatte und Grundrastermaß 2,5 mm mit Bohrungsdurchmesser 1,3 + 0,1 in der Leiterplatte

**) ISO-Gewinde nach TGL 7907

4.6.4. Einbaumaße für Schalenkernaufbau 22 × 13, 26 × 16, 30 × 19, 36 × 22, 42 × 29 Optimale Reihe TGL 16565



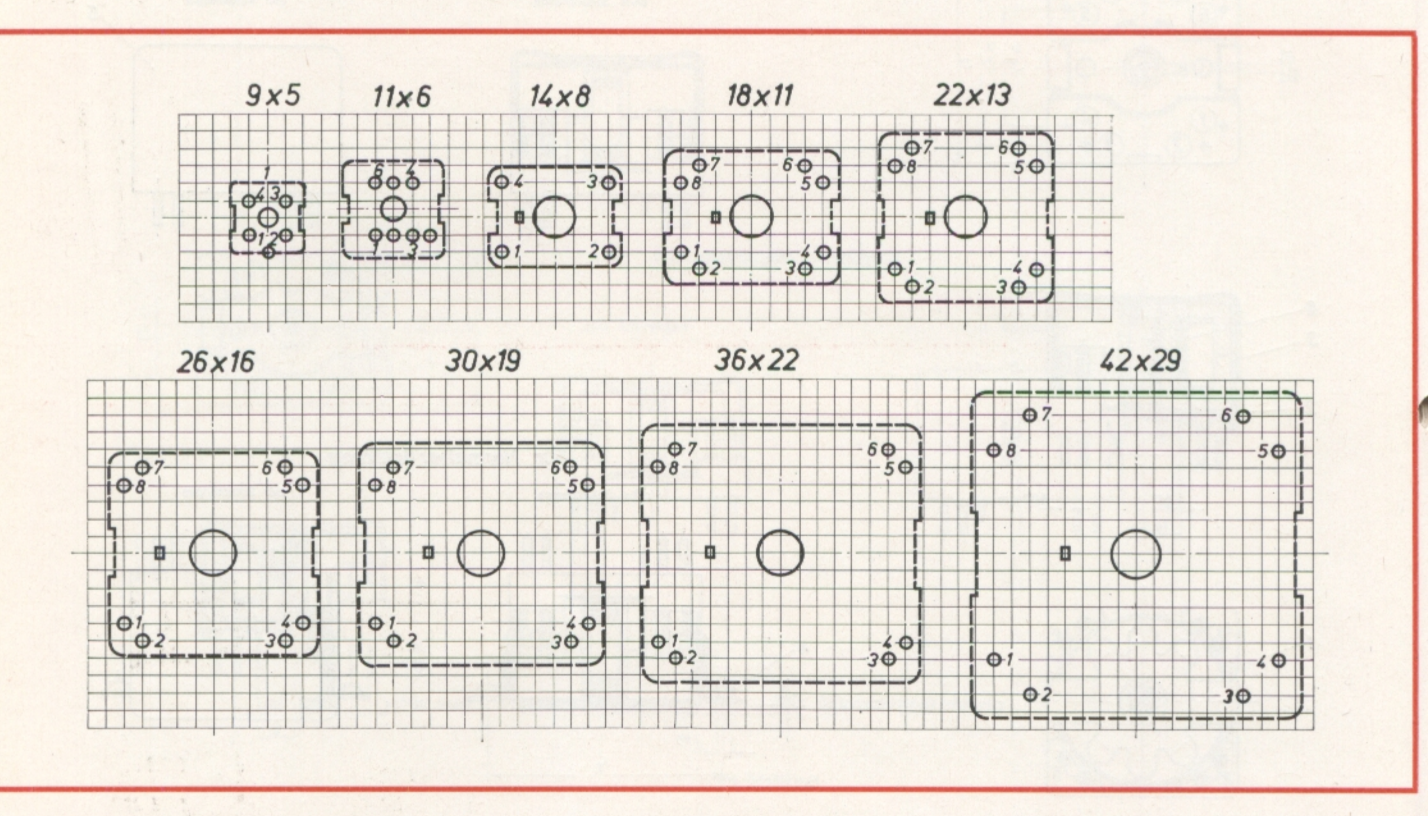
Aufbauteile-Bestückung Zeichnungs-Nr.	Schalen-kern-größen	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8	l_9	d**)	Masse g
5136.6-4141.00 bis -4144.00 5136.6-9111.00 bis -9114.00	22 × 13	24,5-0,2	24,5-0,2	18-0,5	15 ± 0,1	20 ± 0,1	15 ± 0,1	20 ± 0,1	5 ± 0,1	30,0	M 2	18
5136.6-5111.00 bis 5114.00 5136.6-9115.00 bis -9118.00	26 × 16	29,5-0,2	29,5-0,2	21-0,5	20 ± 0,1	25 ± 0,1	20 ± 0,1	25 ± 0,1	7,5 ± 0,1	37,5	M 2,5	30
5136.6-5141.00 bis -5144.00 5136.6-9121.00 bis -9124.00	30 × 19	34,5-0,3	32,0-0,3	24-0,5	25 ± 0,1	30 ± 0,1	20 ± 0,1	25 ± 0,1	7,5 ± 0,1	42,5	M 2,5	46
5136.6-6111.00 bis -6114.00 5136.6-9125.00 bis -9128.00	36 × 22	39,5-0,3	37,0-0,3	27-0,5	30 ± 0,1	35 ± 0,1	25 ± 0,1	30 ± 0,1	10 ± 0,1	55,0	M2,5	76,5
5136.6-6131.00 bis -6134.00	42 × 29	46,6-0,3	46,6-0,3	36-0,5	30 ± 0,1	40 ± 0,1	30 ± 0,1	40 ± 0,1	10 ± 0,1	47,5	M2,5	140

Bei Verwendung mit Schutzkappe vergrößern sich die Maße l_1 und l_2 um 2,4 mm, Maß l_3 um max. 1,5 mm. Masse g für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe.

*) passend in Leiterplatte und Grundrastermaß 2,5 mm mit Bohrungsdurchmesser 1,3 ± 0,1 in der Leiterplatte

**) ISO-Gewinde nach TGL 7907

4.7. Lage der Lötanschlüsse für Aufbauten der Schalenkerne, Optimale Reihe



Leiterplatte von der Kaschierung aus gesehen.

Die Bohrungen 1,3 ∅ + 0,1 liegen im Grundraster 2,5 nach TGL 200-0010. Die Mittelbohrung dient zum Abgleichen von der Kaschierungsseite aus.

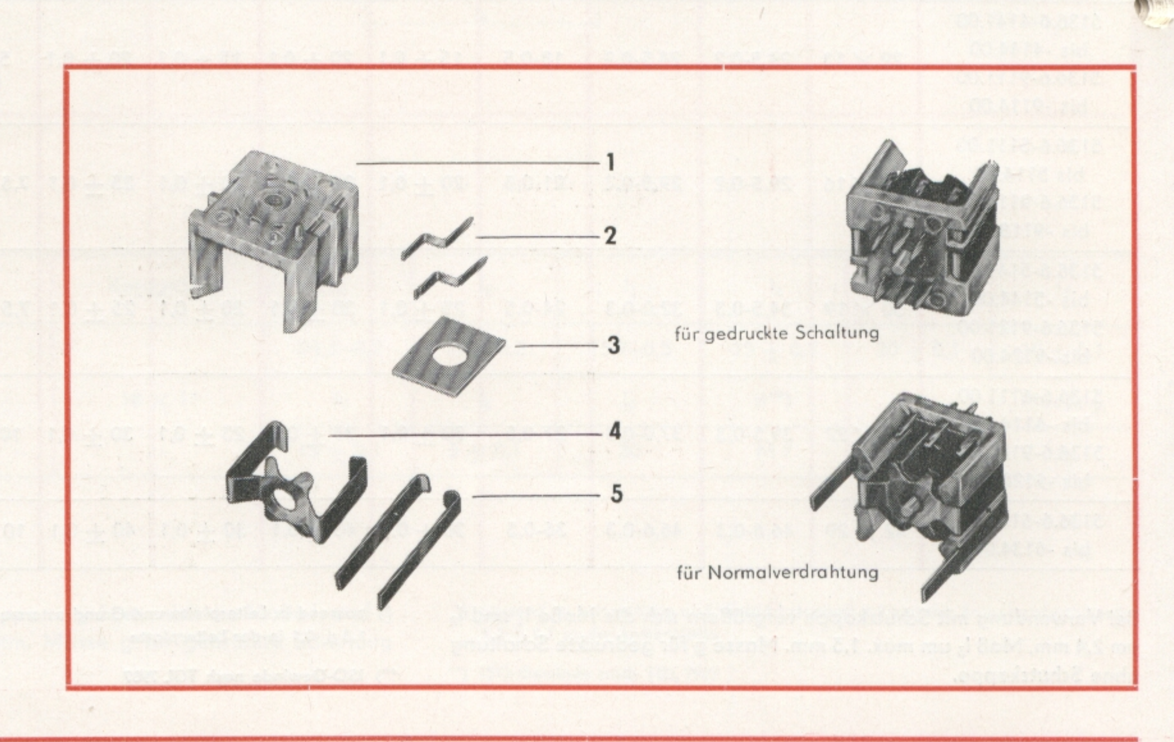
Für die Schalenkerngrößen 11 × 6 bis 22 × 13 ist die Mittelbohrung ∅ 4,5, ab Schalenkerngröße 26 × 16 ist die Mittelbohrung ∅ 6 mm.

Die Aussparungen kennzeichnen die Einrastung für den Bügel.

4.8. Armaturenübersicht

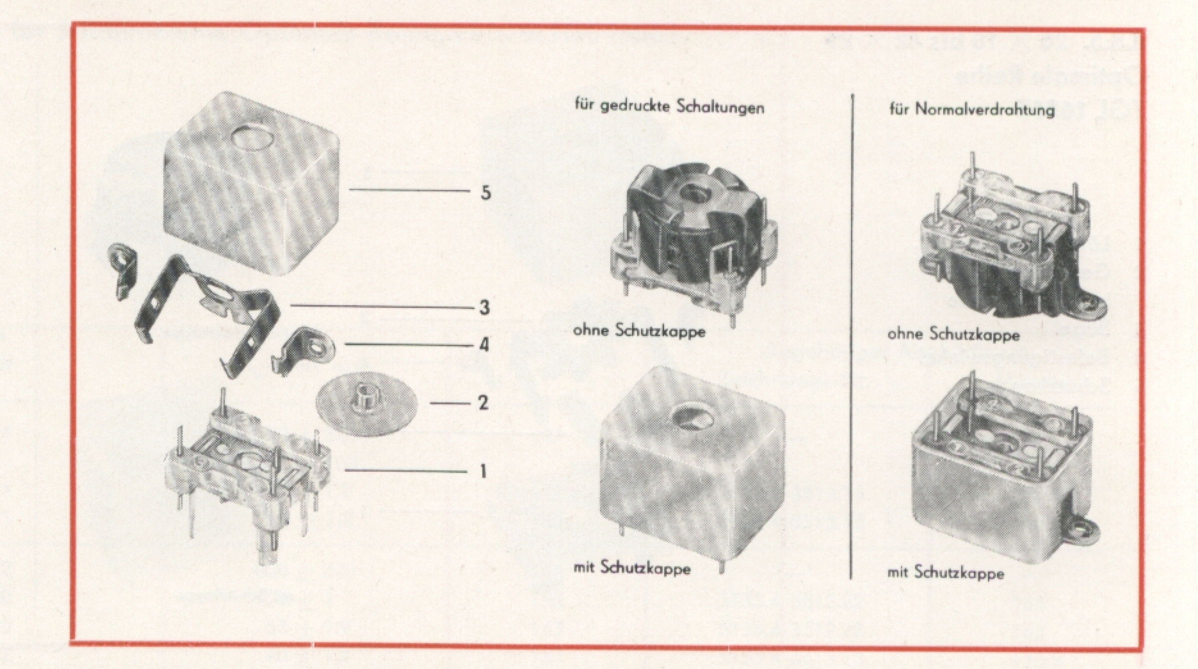
4.8.1. 11 × 6, Optimale Reihe TGL 16565

1 Lötstiftträger
2 Lötfahne
3 Isolierplatte
4 Bügel
5 Befestigungskralle



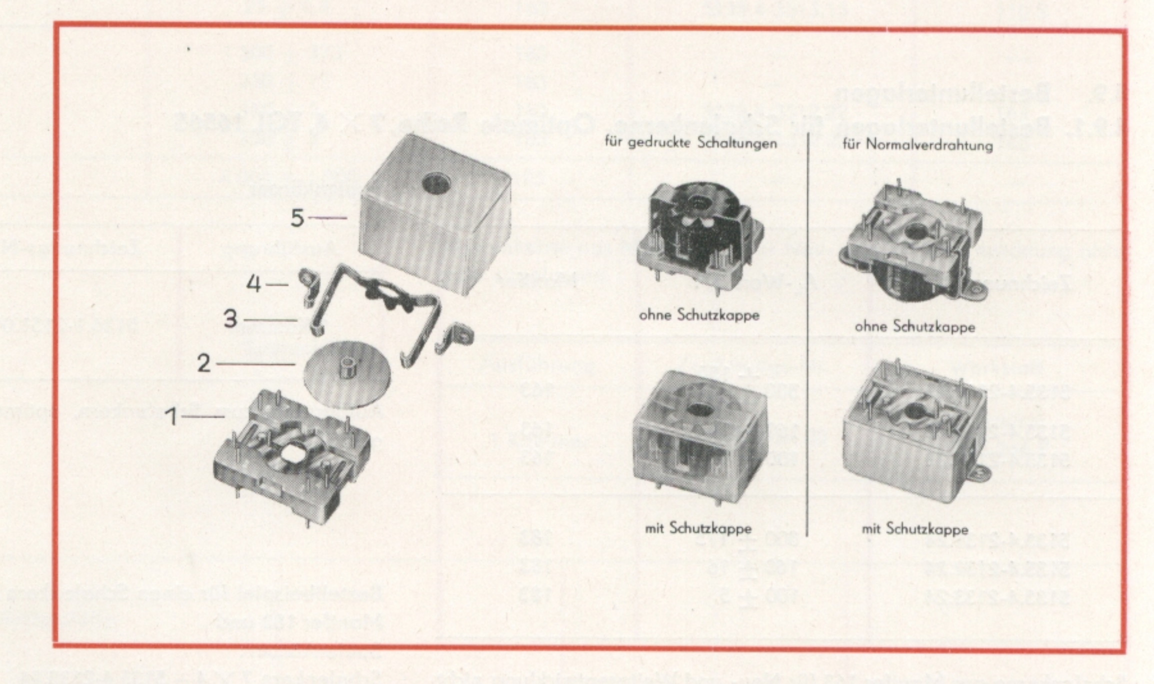
4.8.2. 14 × 8, Optimale Reihe TGL 16565

1 Lötstiftträger, vollst.
2 Gewindebuchse
3 Bügel
4 Befestigungswinkel
5 Schutzkappe



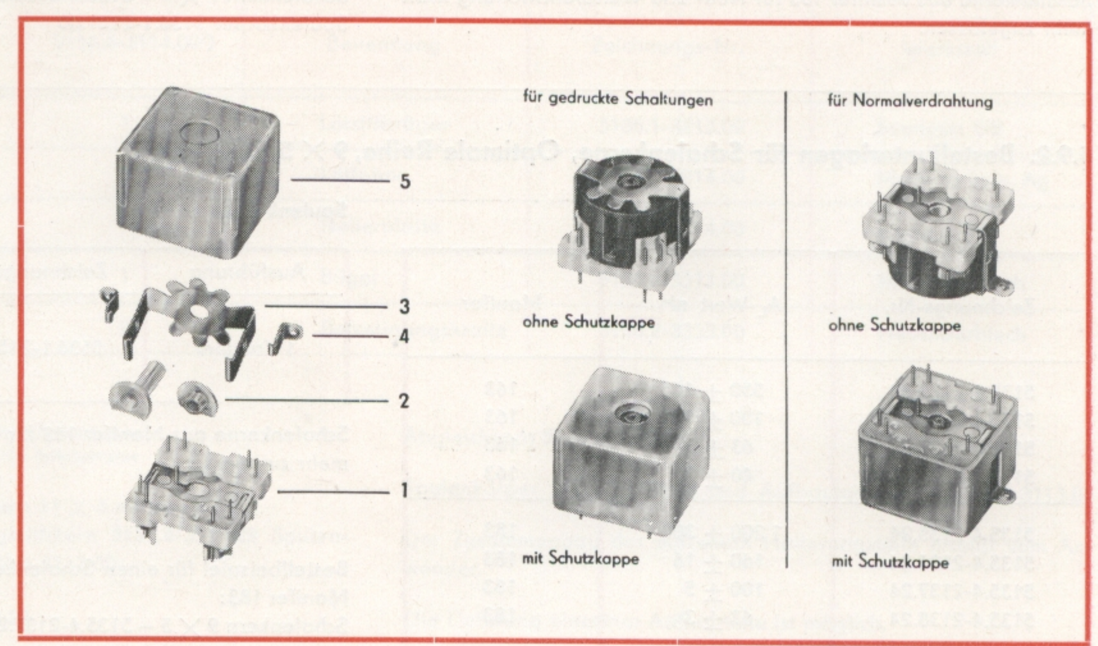
4.8.3. 18 × 11, Optimale Reihe TGL 16565

1 Lötstiftträger, vollst.
2 Gewindebuchse
3 Bügel
4 Befestigungswinkel
5 Schutzkappe



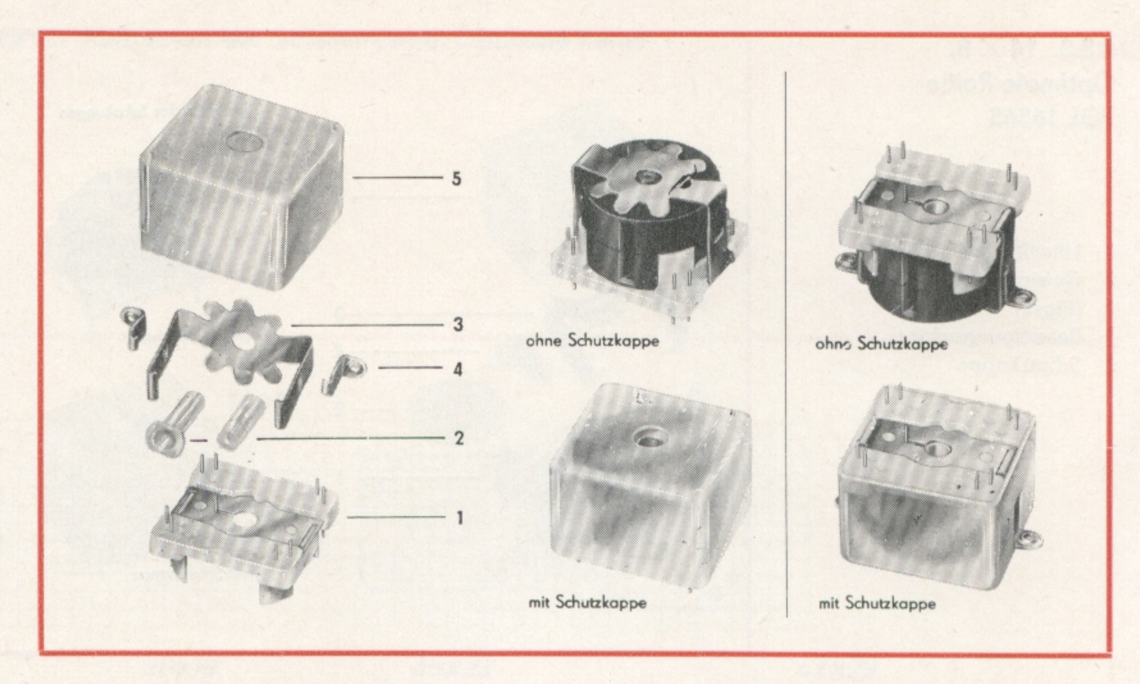
4.8.4. 22 × 13, Optimale Reihe TGL 16565

1 Lötstiftträger, vollst.
2 Gewindebuchse bzw. Stegbuchse
3 Bügel
4 Befestigungswinkel
5 Schutzkappe



4.8.5. 26 × 16 bis 42 × 29 Optimale Reihe TGL 16565

1 Lötstiftträger, vollst.
2 Gewindehülse bzw. Stegbuchse
3 Bügel
4 Befestigungswinkel
5 Schutzkappe



4.9. Bestellunterlagen

4.9.1. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 7 × 4, TGL 16565

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer
5135.4-2111.22	500 +150 −200	163
5135.4-2112.22	160 ± 16	163
5135.4-2113.22	100 ± 10	163
5135.4-2131.24	800 ± 175	183
5135.4-2132.24	160 ± 16	183
5135.4-2133.24	100 ± 5	183

Schalenkerne aus Manifer 163 für Neu- und Weiterentwicklung nicht mehr zugelassen.

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-2151.00	Polystyrol PS-S 246 P

Aufbauteile zum Schalenkern, optimale Reihe 7 × 4 werden nicht gefertigt.

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 7 × 4 mit A_L-Wert 100 nH aus Manifer 183 und Spulenkörper:
Schalenkern 7 × 4 – 5135.4-2133.24
Spulenkörper 5136.1-2151.00

4.9.2. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 9 × 5, TGL 16565

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer
5135.4-2125.22	550 ± 165	163
5135.4-2126.22	100 ± 10	163
5135.4-2127.22	63 ± 3	163
5135.4-2128.22	40 ± 2	163
5135.4-2135.24	1 200 ± 300	183
5135.4-2136.24	160 ± 16	183
5135.4-2137.24	100 ± 5	183
5135.4-2138.24	63 ± 3	183

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-2152.00	Polystyrol PS-S 246 P

Schalenkerne aus Manifer 163 für Neu- und Weiterentwicklung nicht mehr zugelassen.

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 9 × 5 mit A_L-Wert 100 nH aus Manifer 183:
Schalenkern 9 × 5 – 5135.4-2137.24

4.9.3. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 11 × 6, TGL 16565

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern Zeichnungs-Nr.	Manifer
5135.4-3117.21	500 + 200 — 100	143	—	—
5135.4-3118.21	63 ± 1,9	143	5135.4-3513.13	110 S
5135.4-3119.21	40 ± 1,2	143	5135.4-3513.13	110 S
5135.4-3111.22	800 ± 200	163	—	—
5135.4-3113.22	100 ± 3	163	5135.4-3512.22	163
5135.4-3114.22	63 ± 1,9	163	5135.4-3512.22	163
5135.4-3115.22	40 ± 1,2	163	5135.4-3513.13	110 S
5135.4-3116.22	25 ± 0,8	163	5135.4-3513.13	110 S
5135.4-3131.24	1 500 ± 375	183	—	—
5135.4-3132.24	250 ± 12	183	—	—
5135.4-3133.24	160 ± 5	183	5135.4-3512.22	163
5135.4-3134.24	100 ± 3	183	5135.4-3512.22	163
5135.4-3151.26	4 000 ± 1 000	195	—	—

Schalenkerne aus Manifer 163 für Neu- und Weiterentwicklung nicht mehr zugelassen.

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-3154.00	Polystyrol PS-S 246 P

Lfd. Nr.	Aufbauteile 5136.6-3113.00[1]	5136.6-3114.00[2]	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	1	Lötstiftträger	5136.1-3213.00	Sconater GB
2	6	6	Lötfahne	5136.2-3214.00	Messing galv. Ag
3	1	1	Isolierplatte	5136.1-3214.00	Hartpapier
4	1	1	Bügel	5136.2-3313.00	Neusilberblech
5	—	2	Befestigungskralle	5136.2-3353.00	Neusilberblech

[1]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe
[2]) Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 11 × 6 mit A_L-Wert 100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.4-3512.22 Spulenkörper und Aufbauteilen nach 5136.6-3113.00:

Schalenkern 11 × 6 – 5135.4-3113.22

Abgleichkern 5135.4-3512.22

Spulenkörper 5136.1-3154.00 und Aufbauteile nach 5136.6-3113.00

Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.

Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

4.9.4. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 14 × 8, TGL 16565

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern Zeichnungs-Nr.	Zugehöriger Abgleichkern Manifer
5135.4-3316.21	720 + 288 / — 144	143	—	—
5135.4-3317.21	100 ± 3	143	5135.4-3516.13	110 S
5135.4-3318.21	63 ± 1,9	143	5135.4-3524.13	110 S
5135.4-3319.21	40 ± 1,2	143	5135.4-3524.13	110 S
5135.4-3311.22	1 100 ± 280	163	—	—
5135.4-3312.22	160 ± 5	163	5135.4-4527.21	143
5135.4-3313.22	100 ± 3	163	5135.4-3516.13	110 S
5135.4-3314.22	63 ± 1,9	163	5135.4-3524.13	110 S
5135.4-3315.22	40 ± 1,2	163	5135.4-3524.13	110 S
5135.4-3331.24	2 100 ± 525	183	—	—
5135.4-3333.24	400 ± 20	183	—	—
5135.4-3334.24	250 ± 7,5	183	5135.4-3564.24	183
5135.4-3335.24	160 ± 5	183	5135.4-3529.22	163
5135.4-3336.24	100 ± 3	183	5135.4-3517.22	163
5135.4-3337.24	315 ± 16	183	—	—
5135.4-3341.63	140 ± 35	343	—	—
5135.4-3342.63	40 ± 1,2	343	5135.4-3539.64	321
5135.4-3343.63	25 ± 0,75	343	5135.4-3539.64	321
5135.4-3351.26	5 400 ± 1 350	195	—	—

Schalenkerne aus Manifer 163 für Neu- und Weiterentwicklung nicht mehr zugelassen.

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-3155.00	Polystyrol
2 Kammern	5136.1-3156.00	PS-S 246 P

Lfd. Nr.	Aufbauteile 5136.6-3116.00[1]	Aufbauteile 5136.6-3117.00[2]	Aufbauteile 5136.6-3118.00[3]	Aufbauteile 5136.6-3119.00[4]	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	1	1	1	Lötstiftträger, vollst.	5136.5-3213.00	Polystyrol
2	1	1	1	1	Gewindebuchse	5136.1-3111.00	Polystyrol
3	1	1	1	1	Bügel	5136.2-3312.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-3352.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	Schutzkappe	5136.1-3411.00	Polypropylen

[1]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe
[2]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe
[3]) Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe
[4]) Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 14 × 8 mit A_L-Wert 100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.4-3516.13 Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.1-3156.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-3116.00:

Schalenkern 14 × 8 – 5135.4-3313.22

Abgleichkern 5135.4-3516.13

Spulenkörper 5136.1-3156.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-3116.00

Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.

Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

4.9.5. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 18 × 11, TGL 16565

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern Zeichnungs-Nr.	Zugehöriger Abgleichkern Manifer
5135.4-4117.21	1 000 + 400 / — 200	143	—	—
5135.4-4118.21	160 ± 5	143	5135.4-4527.21	143
5135.4-4119.21	100 ± 3	143	5135.4-3516.13	110 S
5135.4-4121.21	63 ± 1,9	143	5135.4-3524.13	110 S
5135.4-4122.21	40 ± 1,2	143	5135.4-3524.13	110 S
5135.4-4111.22	1 600 ± 400	163	—	—
5135.4-4112.22	400 ± 20	163	—	—
5135.4-4113.22	250 ± 7,5	163	5135.4-4522.22	163
5135.4-4114.22	160 ± 5	163	5135.4-4523.22	163
5135.4-4115.22	100 ± 3	163	5135.4-3517.22	163
5135.4-4116.22	63 ± 1,9	163	5135.4-3517.22	163
5135.4-4131.24	3 200 ± 800	183	—	—
5135.4-4132.24	630 ± 32	183	—	—
5135.4-4133.24	400 ± 12	183	5135.4-4544.24	183
5135.4-4134.24	250 ± 7,5	183	5135.4-4543.22	163
5135.4-4135.24	160 ± 5	183	5135.4-4523.22	163
5135.4-4141.63	180 ± 45	343	—	—
5135.4-4142.63	40 ± 1,2	343	5135.4-3541.64	321
5135.4-4143.63	25 ± 0,75	343	5135.4-3541.64	321
5135.4-4151.26	7 000 ± 1 750	195	—	—

Schalenkerne aus Manifer 163 für Neu- und Weiterentwicklung nicht mehr zugelassen.

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-4157.00	Polystyrol PS-S 246 P
2 Kammern	5136.1-4158.00	
3 Kammern	5136.1-4159.00	
1 Kammer	5136.1-4167.00	Polycarbonat

Lfd. Nr.	Aufbauteile 5136.6-4111.00[1]	Aufbauteile 5136.6-4112.00[2]	Aufbauteile 5136.6-4113.00[3]	Aufbauteile 5136.6-4114.00[4]	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	1	1	1	Lötstiftträger, vollst.	5136.5-4211.00	Polystyrol
2	1	1	1	1	Gewindebuchse	5136.1-4111.00	Polystyrol
3	1	1	1	1	Bügel	5136.2-4311.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-4351.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	Schutzkappe	5136.1-4411.00	Polypropylen

[1]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe
[2]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe
[3]) Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe
[4]) Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 18 × 11 mit A_L-Wert

100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.4-3517.22, Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.1-4158.00 und Aufbauteilen nach 5136.4111.00:

Schalenkern 18 × 11 – 5135.4-4115.22

Abgleichkern 5135.4-3517.22
Spulenkörper 5136.1-4158.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-4111.00

Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.

Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

4.9.6. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 22 × 13, TGL 16565

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5135.4-4318.21	1 250 + 500 — 250	143	—	—
5135.4-4323.21	250 ± 7,5	143	—	—
5135.4-4319.21	160 ± 5	143	5135.3-4534.22	163
5135.4-4321.21	100 ± 3	143	5135.3-4518.21	143
5135.4-4322.21	63 ± 1,9	143	5135.3-4536.21	143
5135.4-4311.22	2 200 ± 550	163	—	—
5135.4-4312.22	630 ± 31	163	—	—
5135.4-4313.22	400 ± 20	163	—	—
5135.4-4314.22	250 ± 7,5	163	5135.3-4534.22	163
5135.4-4315.22	160 ± 5	163	5135.3-4534.22	163
5135.4-4316.22	100 ± 3	163	5135.3-4516.13	110 S
5135.4-4317.22	63 ± 1,9	163	5135.3-4516.13	110 S
5135.4-4331.24	4 200 ± 1 050	183	—	—
5135.4-4332.24	1 000 ± 100	183	—	—
5135.4-4333.24	630 ± 32	183	—	—
5135.4-4334.24	400 ± 12	183	5135.4-4127.24	183
5135.4-4335.24	250 ± 7,5	183	5135.4-4532.22	163
5135.4-4336.24	160 ± 5	183	5135.4-4557.65	330
5135.4-4341.63	220 ± 55	343	—	—
5135.4-4342.63	63 ± 1,9	343	5135.3-4538.65	330
5135.4-4343.63	40 ± 1,2	343	5135.3-4538.65	330

Schalenkerne aus Manifer 163 für Neu- und Weiterentwicklung nicht mehr zugelassen.

Spulenkörper

Zeichnungs-Nr.	Ausführung	Werkstoff
5136.1-4161.00	1 Kammer	Polystyrol PS-S 246 P
5136.1-4162.00	2 Kammern	
5136.1-4163.00	3 Kammern	
5136.1-4171.00	1 Kammer	Polycarbonat

Lfd. Nr.	Aufbauteile								Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
	5136.6-9111.00[1]	5136.6-9112.00[2]	5136.6-9113.00[3]	5136.1-9114.00[4]	5136.6-4141.00[1]	5136.6-4142.00[2]	5136.6-4143.00[3]	5136.6-4144.00[4]			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lötstiftträger, vollst.	5136.5-4212.00	Polystyrol
2	1	1	1	1	—	—	—	—	Gewindebuchse	5136.1.4114.00	Polystyrol
	—	—	—	—	1	1	1	1	Stegbuchse	5136.1-4113.00	Polyäthylen
3	1	1	1	1	1	1	1	1	Bügel	5136.2-4312.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-4352.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	—	1	—	1	Schutzkappe	5136.1-4412.00	Polypropylen

[1]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe
[2]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe
[3]) Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe
[4]) Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 22 × 13 mit A_L-Wert 100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.3-4516.13, Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.1-4162.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-4141.00:
Schalenkern 22 × 13 – 5135.4-4316.22
Abgleichkern 5135.3-4516.13
Spulenkörper 5136.1-4162.00 Aufbauteile nach 5136.6-4141.00
Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.
Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

Aufbauten 5136.6-9111.00 bis -9114.00 für Schalenkerne aus Manifer 183

Aufbauten 5136.6-4141.00 bis -4144.00 für Schalenkerne aus Manifer 143, 163, 343

4.9.7. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 26 × 16, TGL 16565

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern Zeichnungs-Nr.	Zugehöriger Abgleichkern Manifer
5135.4-5118.21	1 700 + 680 − 340	143	—	—
5135.4-5119.21	160 ± 5	143	5135.3-5516.13	110 S
5135.4-5121.21	100 ± 3	143	5135.3-5516.13	110 S
5135.4-5111.22	2 500 ± 625	163	—	—
5135.4-5112.22	1 000 ± 50	163	—	—
5135.4-5113.22	630 ± 31	163	—	—
5135.4-5114.22	400 ± 12	163	5135.3-5511.22	163
5135.4-5115.22	250 ± 7,5	163	5135.3-5511.22	163
5135.4-5116.22	160 ± 5	163	5135.3-5525.13	110 S
5135.4-5117.22	100 ± 3	163	5135.3-5516.13	110 S
5135.4-5131.24	5 500 ± 1 350	183	—	—
5135.4-5132.24	1 600 ± 160	183	—	—
5135.4-5133.24	1 000 ± 50	183	5135.4-5551.24**)	183
5135.4-5134.24	630 ± 19	183	5135.4-5547.24	183
5135.4-5135.24	400 ± 12	183	5135.4-5546.22	163
5135.4-5136.24	250 ± 7,5	183	5135.4-5548.22	163
5135.4-5137.24	160 ± 5	183	5135.4-5545.22	163

Schalenkerne aus Manifer 163 für Neu- und Weiterentwicklung nicht mehr zugelassen.

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-5157.00	Polystyrol PS-S 246 P
2 Kammern	5136.1-5158.00	
3 Kammern	5136.1-5159.00	
1 Kammer	5136.1-5167.00	Polycarbonat

Lfd. Nr.	Aufbauteile 5136.6-9115.00[1]	5136.6-9116.00[2]	5136.6-9117.00[3]	5136.6-9118.00[4]	5136.6-5111.00[1]	5136.6-5112.00[2]	5136.6-5113.00[3]	5136.6-5114.00[4]	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lötstiftträger, vollst.	5136.5-5211.00	Polystyrol
2	1	1	1	1	—	—	—	—	Gewindehülse	5136.1-5116.00	Polystyrol
	—	—	—	—	1	1	1	1	Stegbuchse	5136.1-5113.00	Polyäthylen
3	1	1	1	1	1	1	1	1	Bügel	5136.2-5311.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-5351.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	—	1	—	1	Schutzkappe	5136.1-5411.00	Polypropylen

[1]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe
[2]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe
[3]) Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe
[4]) Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

**) Gewindehülse 5136.1-5117.00 einsetzen

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 26 × 16 mit A_L-Wert 100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.3-5516.13, Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.1-5158.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-5111.00:

Schalenkern 26 × 16 – 5135.4-5117.22
Abgleichkern 5135.3-5516.13
Spulenkörper 5136.1-5158.00 und Aufbauteile nach 5136.6-5111.00
Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.
Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

Aufbauten 5136.6-9115.00 bis -9118.00 für Schalenkerne aus Manifer 183

Aufbauten 5136.6-5111.00 bis -5114.00 für Schalenkerne aus Manifer 143, 163

4.9.8. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 30 × 19, TGL 16565

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5135.4-5311.22	3 100 ± 775	163	—	—
5135.4-5312.22	1 000 ± 50	163	—	—
5135.4-5313.22	630 ± 31	163	—	—
5135.4-5314.22	400 ± 12	163	5135.3-5515.22	163
5135.4-5315.22	250 ± 7,5	163	5135.3-5511.22	163
5135.4-5316.22	160 ± 5	163	5135.3-5512.21	143
5135.4-5317.22	100 ± 3	163	5135.3-5516.13	110 S
5135.4-5331.24	6 700 ± 1 670	183	—	—
5135.4-5332.24	1 600 ± 80	183	—	—
5135.4-5333.24	1 000 ± 30	183	5135.4-5551.24**)	183
5135.4-5334.24	630 ± 19	183	5135.4-5547.24	183
5135.4-5335.24	400 ± 12	183	5135.4-5547.24	183
5135.4-5336.24	250 ± 7,5	183	5135.4-5548.22	163

Schalenkerne aus Manifer 163 für Neu- und Weiterentwicklung nicht mehr zugelassen.

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-5161.00	Polystyrol PS-S 246 P
2 Kammern	5136.1-5162.00	
3 Kammern	5136.1-5163.00	
1 Kammer	5136.1-5171.00	Polycarbonat

Lfd. Nr.	Aufbauteile								Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
	5136.6-9121.00[1]	5136.6-9122.00[2]	5136.6-9123.00[3]	5136.6-9124.00[4]	5136.6-5141.00[1]	5136.6-5142.00[2]	5136.6-5143.00[3]	5136.6-5144.00[4]			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lötstiftträger, vollst.	5136.5-5212.00	Polystyrol
2	1	1	1	1	—	—	—	—	Gewindehülse	5136.1-5116.00	Polystyrol
	—	—	—	—	1	1	1	1	Stegbuchse	5136.1-5114.00	Polyäthylen
3	1	1	1	1	1	1	1	1	Bügel	5136.2-5312.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-5351.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	—	1	—	1	Schutzkappe	5136.1-5412.00	Polypropylen

[1]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe
[2]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe
[3]) Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe
[4]) Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

**) Gewindehülse 5136.1-5117.00 einsetzen

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 30 × 19 mit A_L-Wert 100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.3-5516.13, Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.1-5162.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-5141.00:

Schalenkern 30 × 19 – 5135.4-5317.22
Abgleichkern 5135.3-5516.13
Spulenkörper 5136.1-5162.00 und Aufbauteile nach 5136.6-5141.00
Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.
Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

Aufbauten 5136.6-9121.00 bis -9124.00 für Schalenkerne aus Manifer 183

Aufbauten 5136.6-5141.00 bis -5144.00 für Schalenkerne aus Manifer 163

4.9.9. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 36 × 22, TGL 16565

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern Zeichnungs-Nr.	Zugehöriger Abgleichkern Manifer
5135.4-6111.22	4 000 ± 1 000	163	—	—
5135.4-6112.22	1 600 ± 80	163	—	—
5135.4-6113.22	1 000 ± 50	163	—	—
5135.4-6114.22	630 ± 19	163	5135.4-5551.24**)	183
5135.4-6115.22	400 ± 12	163	5135.3-6511.22	163
5135.4-6116.22	250 ± 7,5	163	5135.3-6511.22	163
5135.4-6117.22	160 ± 5	163	5135.3-5525.13	110 S
5135.4-6118.22	100 ± 3	163	5135.3-5525.13	110 S
5135.4-6131.24	8 400 ± 2 100	183	—	—
5135.4-6132.24	1 600 ± 80	183	—	—
5135.4-6133.24	1 000 ± 30	183	5135.4-5551.24**)	183
5135.4-6134.24	630 ± 19	183	5135.4-5549.24	183
5135.4-6135.24	400 ± 12	183	5135.4-5549.24	183
5135.4-6136.24	250 ± 7,5	183	5135.4-5548.22	163
5135.4-6137.24	2 500 ± 250	183	—	—

Schalenkerne aus Manifer 163 für Neu- und Weiterentwicklung nicht mehr zugelassen.

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-6154.00	Polystyrol PS-S 246 P
2 Kammern	51361.-6155.00	
3 Kammern	5136.1-6156.00	
1 Kammer	5136.1-6164.00	Polycarbonat

Lfd. Nr.	Aufbauteile 5136.6-9125.00[1])	5136.6-9126.00[2])	5136.6-9127.00[3])	5136.6-9128.00[4])	5136.6-6111.00[1])	5136.6-6112.00[2])	5136.6-6113.00[3])	5136.6-6114.00[4])	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lötstiftträger, vollst.	5136.5-6211.00	Polystyrol
2	1 —	1 —	1 —	1 —	— 1	— 1	— 1	— 1	Gewindehülse Stegbuchse	5136.1-5116.00 5136.1-6112.00	Polystyrol Polyäthylen
3	1	1	1	1	1	1	1	1	Bügel	5136.2-6311.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-5351.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	—	1	—	1	Schutzkappe	5136.1-6411.00	Polypropylen

[1]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe
[2]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe
[3]) Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe
[4]) Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

**) Gewindehülse 5136.1-5117.00 einsetzen

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 36 × 22 mit A_L-Wert

100 nH aus Manifer 163 mit Abgleichkern 5135.3-5525.13, Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.1-6155.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-6111.00:

Schalenkern 36 × 22 – 5135.4-6118.22
Abgleichkern 5135.3-5525.13
Spulenkörper 5136.1-6155.00 und Aufbauteile nach 5136.6-6111.00
Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.

Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

Aufbauten 5136.6-9125.00 bis -9128.00 für Schalenkerne aus Manifer 183

Aufbauten 5136.6-6111.00 bis -6114.00 für Schalenkerne aus Manifer 163

4.9.10. Bestellunterlagen für Schalenkerne, Optimale Reihe, 42 × 29, TGL 16565

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer
5135.4-6311.22	4 500 ± 1 125	163
5135.4-6312.22	1 600 ± 80	163
5135.4-6313.22	630 ± 19	163
5135.4-6314.22	400 ± 12	163
5135.4-6315.22	250 ± 7,5	163
5135.4-6331.24	9 000 ± 2 250	183
5135.4-6332.24	1 600 ± 80	183
5135.4-6333.24	1 000 ± 30	183
5135.4-6334.24	630 ± 19	183

Schalenkerne aus Manifer 163 für Neu- und Weiterentwicklung nicht mehr zugelassen.

Spulenkörper

Ausführung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1 Kammer	5136.1-6161.00	Polystyrol
2 Kammern	5136.1-6162.00	PS-S 246 P

Lfd. Nr.	Aufbauteile 5136.6-6131.00[1]	5136.6-6132.00[2]	5136.6-6133.00[3]	5136.6-6134.00[4]	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	1	1	1	Lötstiftträger, vollst.	5136.5-6213.00	Polystyrol
2	1	1	1	1	Gewindehülse	5136.1-5117.00	Polystyrol schlagfest
3	1	1	1	1	Bügel	5136.2-6313.00	Neusilberblech
4	—	—	2	2	Befestigungswinkel	5136.2-5351.00	St vernickelt
5	—	1	—	1	Schutzkappe	5316.1-6412.00	Polypropylen

[1]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung ohne Schutzkappe
[2]) Aufbauteile für gedruckte Schaltung mit Schutzkappe
[3]) Aufbauteile für Normalverdrahtung ohne Schutzkappe
[4]) Aufbauteile für Normalverdrahtung mit Schutzkappe

Bestellbeispiel für einen Schalenkern 42 × 29 mit A_L-Wert 1 600 nH aus Manifer 163, Spulenkörper mit 2 Kammern 5136.6-6162.00 und Aufbauteilen nach 5136.6-6131.00:
Schalenkern 42 × 29 – 5135.4-6312.22
Spulenkörper 5136.1-6162.00
Aufbauteile 5136.6-6131.00

Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.

Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

5. X- und RM-Kerne

5.1. Allgemeines

Beim Aufbau von Schaltungen unter Verwendung gedruckter Leiterplatten sind quaderförmige Bauelemente sehr vorteilhaft, da hierbei die Ausnutzung der Leiterplattengrundfläche am günstigsten ist. Hierdurch ist eine dichtere Bauweise möglich.

Die X- und RM-Kerne gehören zu diesen Bauelementen mit quadratischer Grundfläche. Sie werden für Spulen und Übertrager eingesetzt.

In das Lieferprogramm wurden die Typen X 22, RM-4, RM-5, RM-6 und RM-8 aufgenommen, von denen auf den folgenden Seiten technische Daten angegeben werden.

Die Abmessungen der aufgeführten Kerne entsprechen den IEC-Empfehlungen. Die Kerne werden aus den Werkstoffen Manifer 183 und 195 hergestellt.

Diese Bauformen sind auch besonders deshalb für den Einbau in gedruckte Schaltungen geeignet, da es die spezielle Bauform der Spulenkörper ermöglicht, die Wickelenden äußerst raumsparend unterzubringen.

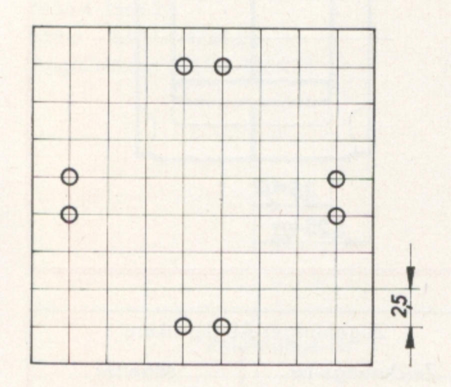
Die Spulenkörper werden aus Duroplast-Preßstoff hergestellt und besitzen eingespritzte Lötstifte, an die die Wickelenden unmittelbar angeschlossen werden können.

Die Lötstifte sind innerhalb der durch den Kern vorgegebenen quadratischen Begrenzung angeordnet, wobei das 2,5-mm-Raster berücksichtigt wurde.

Die Spulenkörper für die Typen RM 4 und RM 6 besitzen 6 Lötstifte; die Spulenkörper der Typen RM-8 und X 22 besitzen 8 Lötstifte.

5.2. Bestellunterlagen

5.2.1. X-22 nach 5137.01 Lv



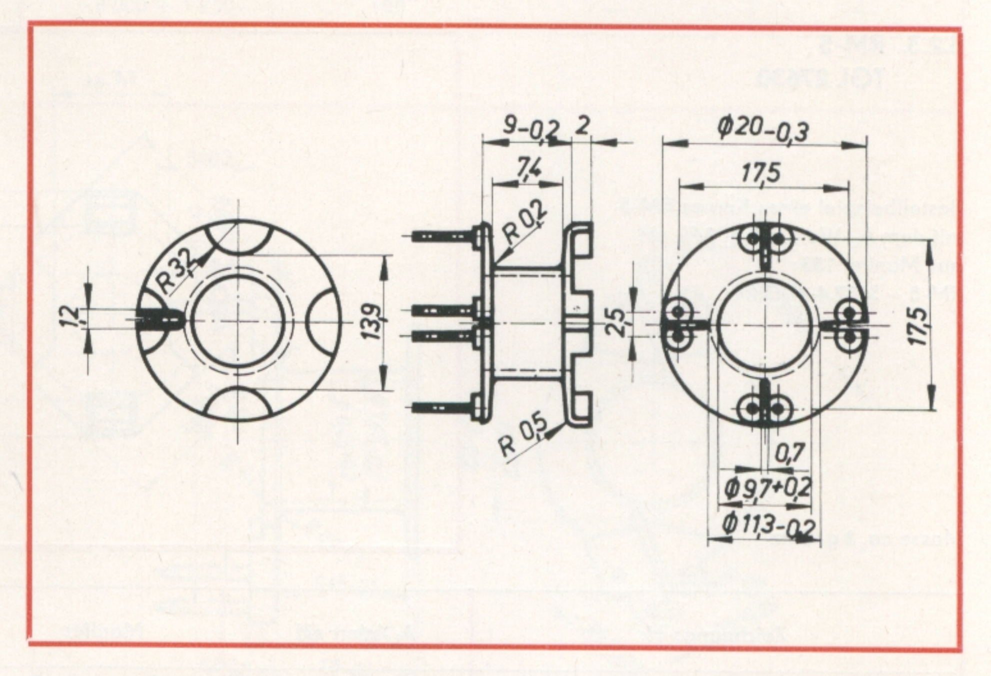
Rasterbild für x-22

Bestellbeispiel eines Kernes X-22
mit dem A_L-Wert 3 000 ± 25 % nH
aus Manifer 183:
X 22 – 5137.4-4121.24

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer
5137.4-4121.24	3 000 ± 25 %	183
5137.4-4122.24	1 250 ± 10 %	183
5137.4-4123.24	1 000 ± 10 %	183
5137.4-4124.24	630 ± 5 %	183
5137.4-4126.26	7 000 ± 25 %	195

Spulenkörper 5138.4-4121.00*

Nutzbarer Wickelraumquerschnitt
A_n = 30 mm²
mittlere Windungslänge
l_n = 49 mm



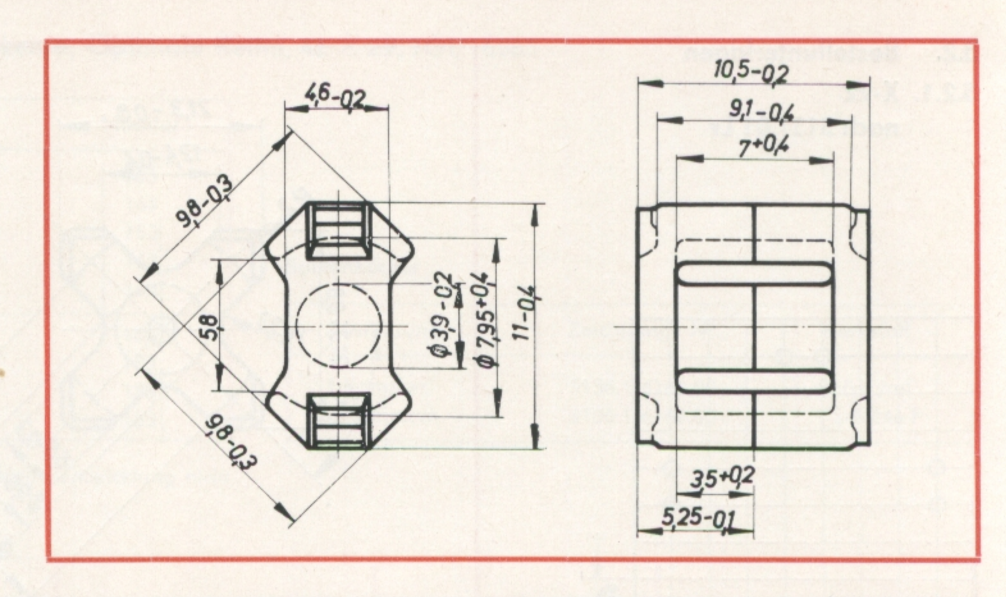
Aufbauteile

Der Zusammenbau der einzelnen Halterungsteile erfolgt vom Anwender.
Die Lieferung einzelner Aufbauteile ist möglich.

Lf. Nr.	Stückzahl	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	Spulenkörper*	5138.4-4121.00	Typ 211 TGL 15565
2	1	Kappe	5138.2-5141.00	
3	1	Druckplatte	5138.2-5143.00	

* Der Hersteller der Spulenkörper ist der „VEB Elektronik Gera" (Betrieb Lobenstein)

5.2.2. RM-4
TGL 27630



Bestellbeispiel eines Kernes RM-4
mit dem A_L-Wert 160 ± 5 nH
aus Manifer 183 mit Abgleichkern
5135.4-3571.24:
RM-4 – 5137.4-4213.24
Abgleichkern 5135.4-3571.24

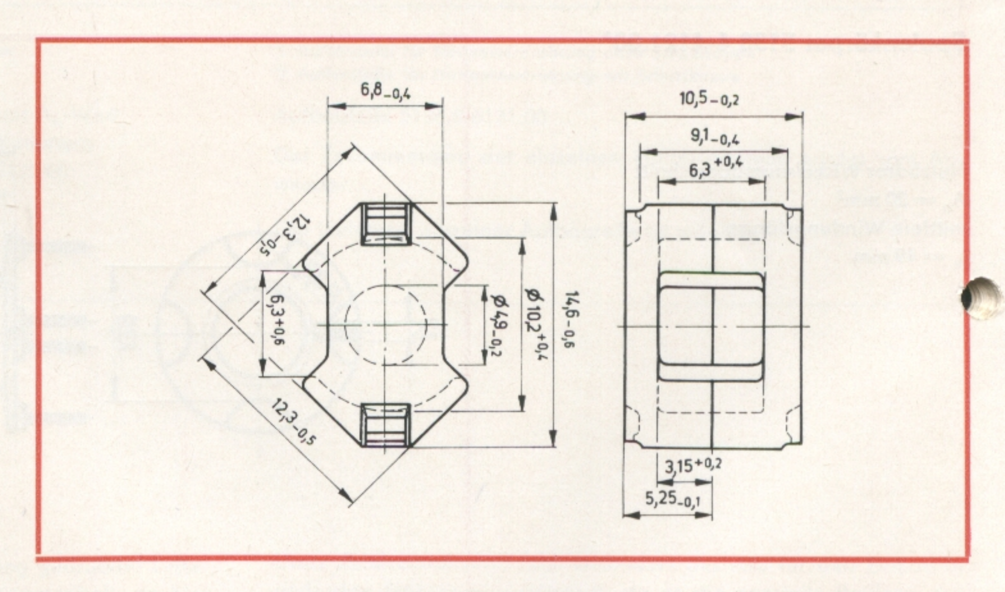
Masse: ca. 2 g/Satz

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5137.4-4211.24	800 ± 200	183	—	—
5137.4-4213.24	160 ± 5	183	5135.4-3571.24	183
5137.4-4214.24	100 ± 3	183	5135.4-3572.24	183
5137.4-4251.26	2 500 ± 650	195	—	—

Aufbauteile für RM-4

Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	2	Bügel	5138.2-4255.00	Federstahl
2	1	Gewindebuchse	5138.1-4254.00	Polystyrol

5.2.3. RM-5
TGL 27630



Bestellbeispiel eines Kernes RM-5
mit dem A_L-Wert 160 ± 3 % nH
aus Manifer 183:
RM-5 – 5137.4-4223.24

Masse ca. 3 g/Satz

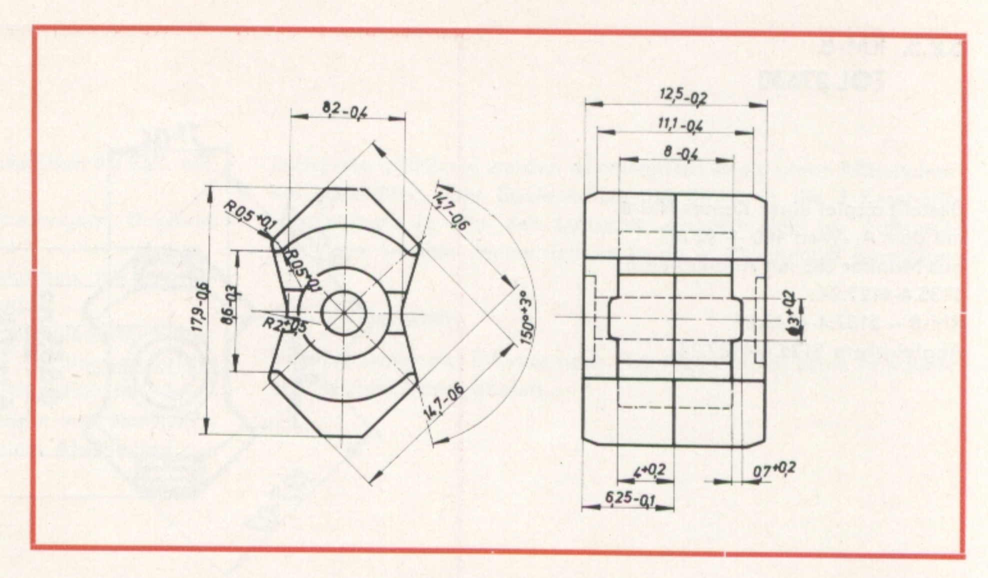
Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern	
			Zeichnungs-Nr.	Manifer
5137.4-4221.24	1 600 ± 25 %	183	—	—
5137.4-4222.24	250 ± 3 %	183	5135.4-3573.24	183
5137.4-4223.24	160 ± 3 %	183	5135.4-3573.24	183
5137.4-4261.26	3 600 ± 25 %	195	—	—

Aufbauteile für RM-5

Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	2	Bügel	5138.2-4255.00	Federstahl
2	1	Gewindebuchse	5138.1-4254.00	Polystyrol

5.2.4. RM-6
TGL 27630

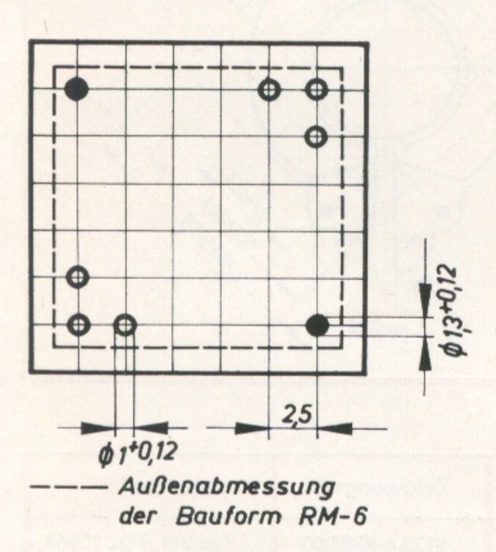
Bestellbeispiel eines Kernes RM-6 mit dem A_L-Wert 250 ± 7,5 nH aus Manifer 183 mit Abgleichkern 5135.4-3564.24
RM-6 – 5137.4-4234.24
Abgleichkern 5135.4-3564.24



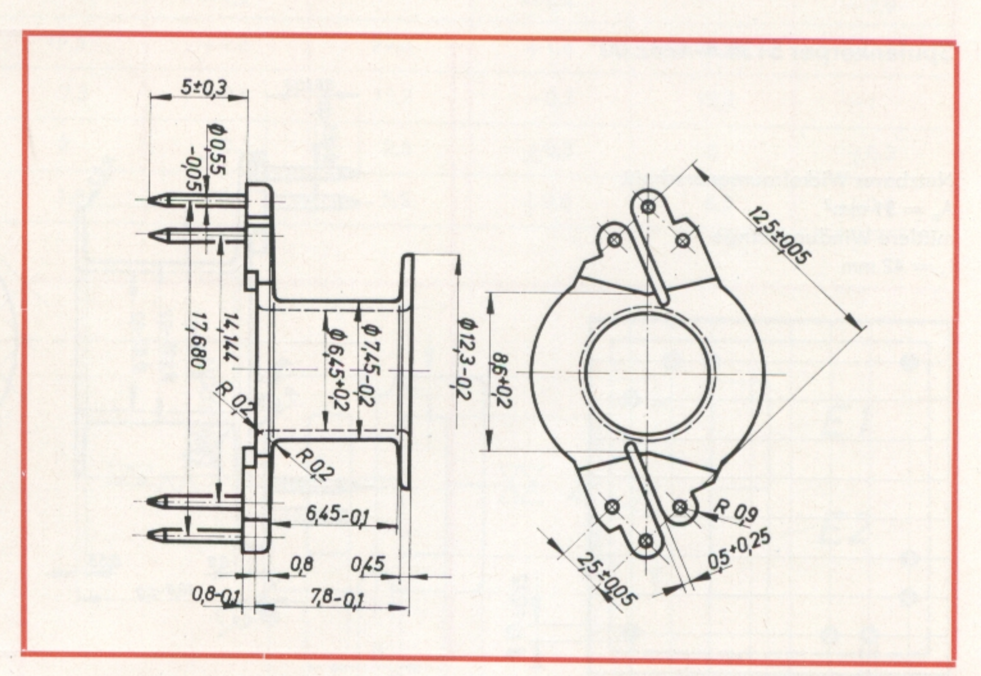
Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern Zeichnungs-Nr.	Manifer
5137.4-4231.24	2 200 ± 550	183	—	—
5137.4-4232.24	630 ± 50	183	—	—
5137.4-4237.24	400 ± 20	183	—	—
5137.4-4233.24	315 ± 9,5	183	—	—
5137.4-4234.24	250 ± 7,5	183	5135.4-3564.24	183
5137.4-4235.24	160 ± 5	183	5135.4-3565.24	183
5137.4-4236.24	100 ± 3	183	—	—
5137.4-4272.26	5 000 ± 1 250	195	—	—

Spulenkörper 5138.4-4275.00*

Nutzbarer Wickelraumquerschnitt
A_n = 15,5 mm²
mittlere Windungslänge
l_n = 30 mm



---- *Außenabmessung der Bauform RM-6*

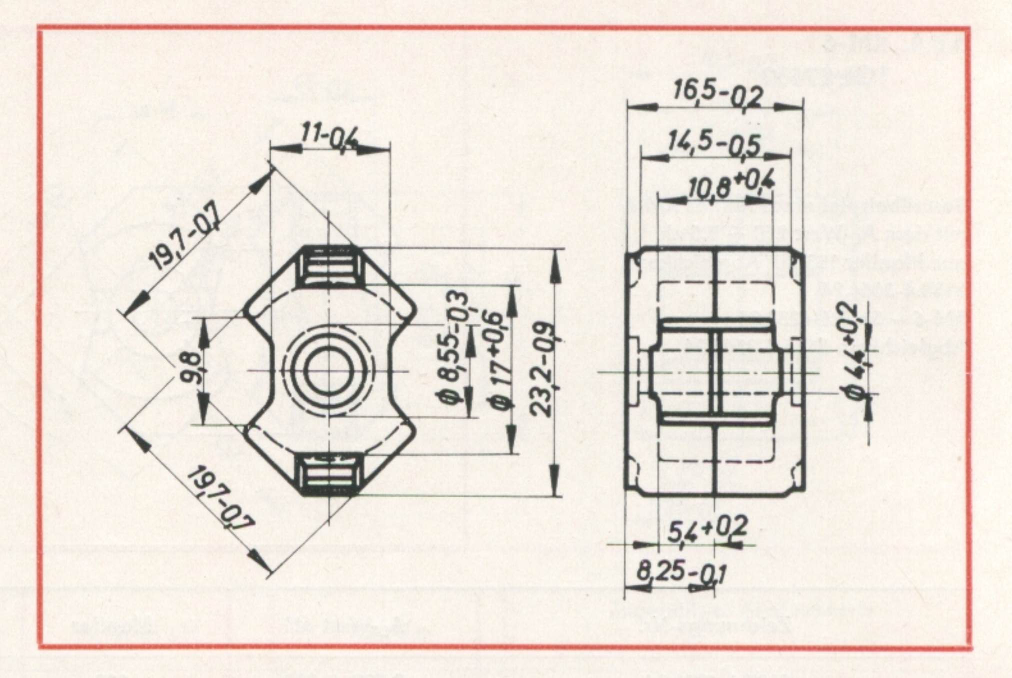


Aufbauteile für RM-6

Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	Spulenkörper*	5138.4-4275.00	Typ 211, TGL 15565
2	2	Bügel	5138.2-4275.00	Federstahl
3	1	Gewindebuchse	5138.1-4274.00	Polystyrol

* Der Hersteller der Spulenkörper ist der „VEB Elektronik Gera" (Betrieb Lobenstein)

5.2.5. RM-8
TGL 27630



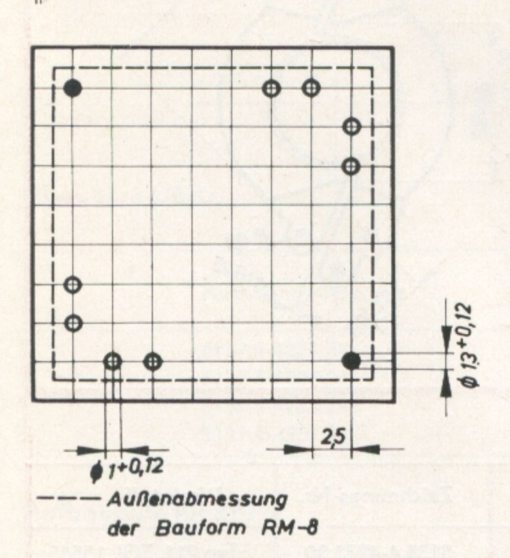
Bestellbeispiel eines Kernes RM-8
mit dem A_L-Wert 400 ± 12 nH
aus Manifer 183 mit Abgleichkern
5135.4-4127.24:
RM-8 – 5137.4-4243.24
Abgleichkern 5135.4-4127.24

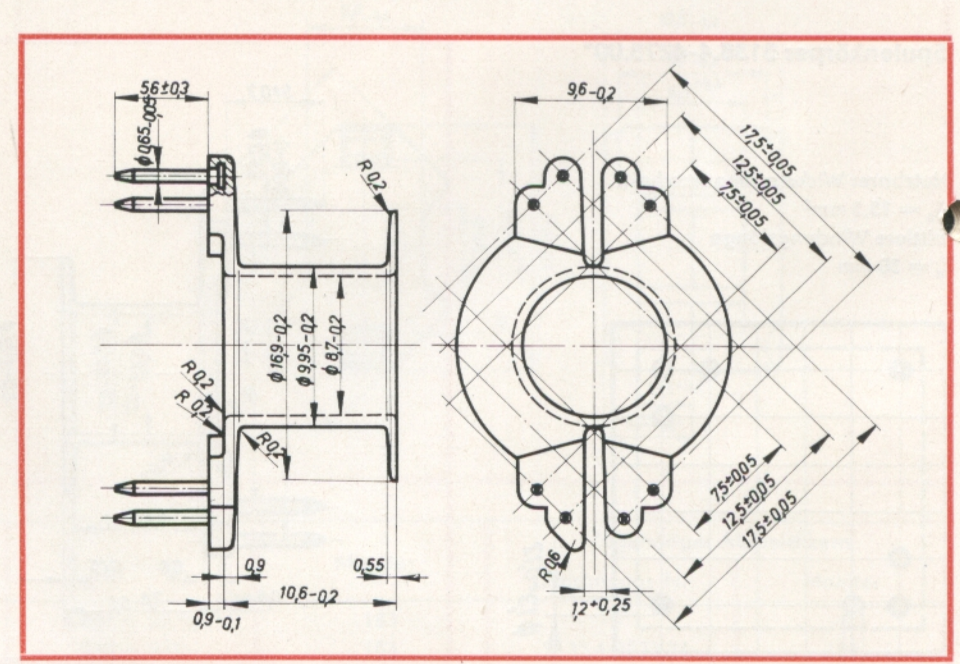
Masse: ca. 10 g/Satz

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer	Zugehöriger Abgleichkern Zeichnungs-Nr.	Manifer
5137.4-4241.24	2 800 ± 700	183	—	—
5137.4-4242.24	1 000 ± 100	183	—	—
5137.4-4245.24	630 ± 31	183	—	—
5137.4-4243.24	400 ± 12	183	5135.4-4127.24	183
5137.4-4244.24	250 ± 7,5	183	5135.4-4532.22	163
5137.4-4281.26	6 400 ± 1 600	195	—	—

Spulenkörper 5138.4-4282.00*

Nutzbarer Wickelraumquerschnitt
$A_n = 31\ mm^2$
mittlere Windungslänge
$l_n = 42$ mm





Aufbauteile für RM-8

Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Werkstoff
1	1	Spulenkörper*	5138.4-4282.00	Typ 211, TGL 15565
2	2	Bügel	5138.2-4285.00	Federstahl
3	1	Gewindebuchse	5138.1-4284.00	Polystyrol

* Der Hersteller der Spulenkörper ist der „VEB Elektronik Gera" (Betrieb Lobenstein)

6. EE-Kerne, TGL 4820

6.1. Allgemeines

EE-Kerne nach TGL 4820 werden aus den Werkstoffen Mf 163, 164, 183 hergestellt.
Sie werden verwendet als Kernmaterial in Übertragern, Drosseln, Induktivitäten.
Zu einem Satz E-Kerne gehören zwei E-Kernhälften, die an den geschliffenen Stoßflächen zusammengesetzt werden.
Zur Erzielung einer hohen zeitlichen Konstanz, engtolerierter Induktivitäten und zur Herabsetzung des Einflusses der Vormagnetisierung werden E-Kerne mit unterschiedlichen Luftspalten im Mittelsteg geliefert. Der Luftspalt kann durch Einlegen von Kunststoffscheiben zwischen die Außenschenkel bzw. durch Abschleifen des Mittelsteges erzielt werden.

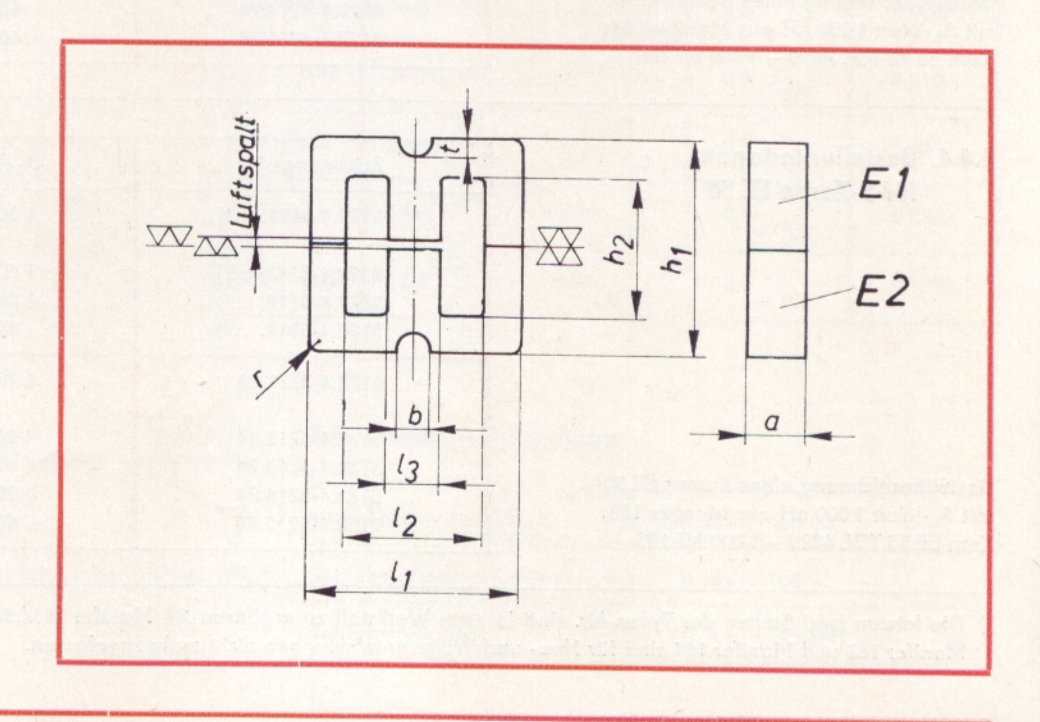
Luftspalte $< 0,2$ mm werden asymmetrisch in nur einen Mittelschenkel geschliffen. Der Spulenkörper ist dabei in die E-Kernhälfte einzukleben, in die der Luftspalt eingeschliffen ist. Luftspalte $> 0,2$ mm werden symmetrisch in beide Mittelschenkel geschliffen.

6.2. Armaturen

Vom Hersteller der E-Kerne nach TGL 4820 werden keine Armaturen und Spulenkörper geliefert.

6.3. E-Kern · Übersicht

	EE 20	zul. Abw.	EE 30	zul. Abw.	EE 42	zul. Abw.	EE 55	zul. Abw.
a	5,3	—0,6	7,3	—0,6	15,3	—0,8	21	—1,3
Differenz $a_{E1}-a_{E2}$	höchstens	0,3	höchstens	0,3	höchstens	0,5	höchstens	0,5
b	3	±0,3	3,2	±0,3	3,5	±0,3	5	±0,3
h_1	20,4	±0,6	30,4	±0,9	42,4	±1,2	55,6	±1,5
h_2	12,6	+1,2	19,4	+1,2	28,8	+1,8	37	+2,2
l_1	20	±0,6	30	+0,6 —1,2	42	+1,2 —1,4	55	+1,4 —2,0
l_2	12,8	+0,8	19,5	+1,2	29,6	+1,8	37,5	+2,2
l_3	5,2	—0,6	7,3	—0,6	12,2	—0,7	17,2	—1
r	1	±0,3	2	±0,3	2,5	±0,3	3	±0,3
t	1,6	+0,6	1,8	+0,6	5,5	+0,6	6,5	+0,6



6.4. Bestellunterlagen

6.4.1. Bestellunterlagen für E-Kerne EE 20

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer
5122.4-2111. . .*)	630 + 250 − 160	163, 164
5122.4-2112. . .*)	250 ± 50	163, 164
5122.4-2113. . .*)	160 ± 25	163, 164
5122.4-2114. . .*)	100 ± 10	163, 164
5122.4-2211.24	1 000 + 400 − 250	183
5122.4-2212.24	400 ± 80	183
5122.4-2213.24	250 ± 35	183
5122.4-2214.24	160 ± 15	183
5122.4-2215.24	100 ± 10	183

Bestellbezeichnung eines Kernes EE 20 mit A_L-Wert 1 000 nH aus Manifer 183:
Kern EE 20 TGL 4820 – 1 000 Mf 183

6.4.2. Bestellunterlagen für E-Kerne EE 30

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer
5122.4-3111. . .*)	1 000 + 400 − 250	163, 164
5122.4-3112. . .*)	400 ± 80	163, 164
5122.4-3113. . .*)	250 ± 35	163, 164
5122.4-3114. . .*)	160 ± 15	163, 164
5122.4-3211.24	1 600 + 640 − 400	183
5122.4-3212.24	630 ± 130	183
5122.4-3213.24	400 ± 60	183
5122.4-3214.24	250 ± 25	183
5122.4-3215.24	160 ± 15	183

Bestellbezeichnung eines Kernes EE 30 mit A_L-Wert 630 nH aus Manifer 183:
Kern EE 30 TGL 4820 – 630 Mf 183

6.4.3. Bestellunterlagen für E-Kerne EE 42

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer
5122.4-4111. . .*)	2 500 + 1 000 − 625	163, 164
5122.4-4112. . .*)	1 000 ± 200	163, 164
5122.4-4113. . .*)	630 ± 90	163, 164
5122.4-4114. . .*)	400 ± 40	163, 164
5122.4-4211.24	4 000 + 1 600 − 1 000	183
5122.4-4212.24	2 500 ± 500	183
5122.4-4213.24	1 000 ± 150	183
5122.4-4214.24	630 ± 63	183
5122.4-4215.24	400 ± 40	183

Bestellbezeichnung eines Kernes EE 42 mit A_L-Wert 1 000 nH aus Manifer 183:
Kern EE 42 TGL 4820 – 1 000 Mf 183

6.4.4. Bestellunterlagen für E-Kerne EE 55

Zeichnungs-Nr.	A_L-Wert nH	Manifer
5122.4-5111. . .*)	4 000 + 1 600 − 1 000	163, 164
5122.4-5112. . .*)	1 600 ± 320	163, 164
5122.4-5113. . .*)	1 000 ± 150	163, 164
5122.4-5114. . .*)	630 ± 60	163, 164
5122.4-5211.24	6 100 + 2 450 − 1 600	183
5122.4-5212.24	4 000 ± 800	183
5122.4-5213.24	1 600 ± 240	183
5122.4-5214.24	1 000 ± 150	183
5122.4-5215.24	630 ± 63	183

Bestellbezeichnung eines Kernes EE 55 mit A_L-Wert 1 000 nH aus Manifer 183:
Kern EE 55 TGL 4820 – 1 000 Mf 183

*) Die letzten zwei Stellen der Typen-Nr. sind je nach Werkstoff zu ergänzen .22 Manifer 163/.32 Manifer 164
Manifer 163 und Manifer 164 sind für Neu- und Weiterentwicklungen nicht mehr zugelassen.

7. E-Kerne, TGL 39568

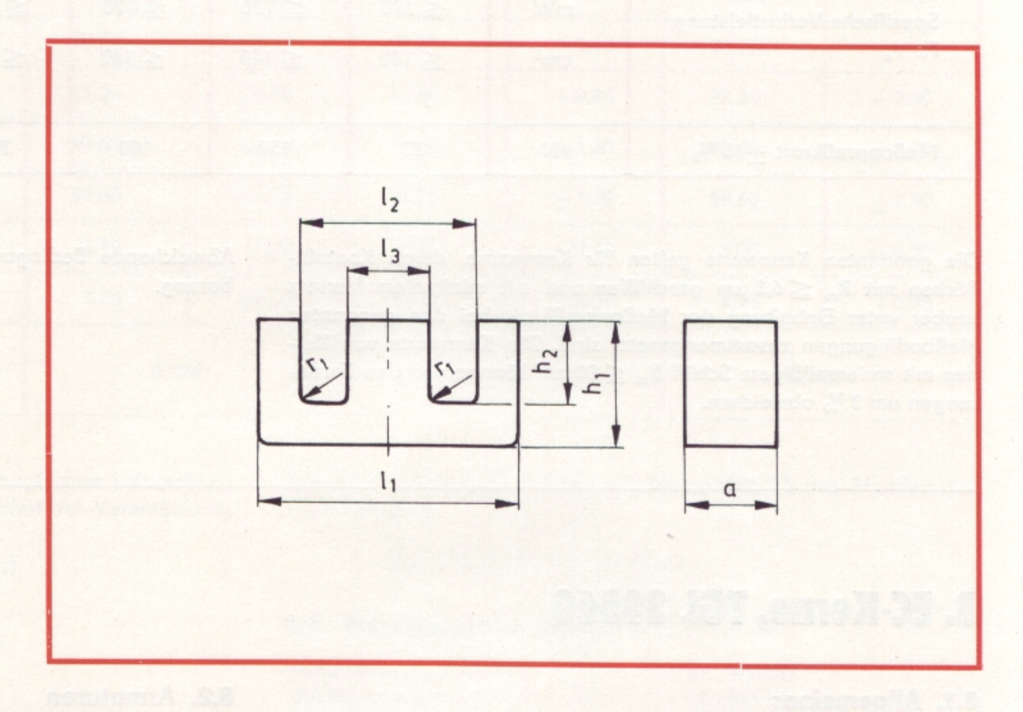
7.1. Allgemeines

E-Kerne nach TGL 39568 werden aus dem Werkstoff Manifer 194 hergestellt.
Sie werden bevorzugt als Kernmaterial zum Aufbau von Übertragern und Drosseln bei der Leistungsübertragung in Schaltnetzteilen verwendet.

7.2. Armaturen

Vom Hersteller der E-Kerne nach TGL 39568 werden keine Armaturen und Spulenkörper geliefert.

7.3. E-Kern · Übersicht



Nenngröße	l_1	l_2	l_3	h_1	h_2	a	r_1	Masse/ Stück kg ≈
E 16/4,5	$16^{+0,7}_{-0,5}$	$11,3^{+0,6}$	$4,7_{-0,3}$	$8,2_{-0,3}$	$5,7^{+0,4}$	$4,7_{-0,4}$	$0,3_{-0,3}$	0,0018
E 20/5	$20 \pm 0,6$	$12,8^{+0,8}$	$5,2_{-0,6}$	$10,2 \pm 0,3$	$6,3^{+0,6}$	$5,3_{-0,6}$	$0,5_{-0,5}$	0,0035
E 30/7	$30^{+0,6}_{-1,2}$	$19,5^{+1,2}$	$7,3_{-0,6}$	$15,2 \pm 0,45$	$9,7^{+0,6}$	$7,3_{-0,6}$	$0,5_{-0,5}$	0,0100
E 42/15	$42^{+1,2}_{-1,4}$	$29,6^{+1,8}$	$12,2_{-0,7}$	$21,2 \pm 0,6$	$14,4^{+0,9}$	$15,3_{-0,8}$	$0,5_{-0,5}$	0,0420
E 42/20	$42^{+1,2}_{-1,4}$	$29,6^{+1,8}$	$12,2_{-0,7}$	$21,2 \pm 0,6$	$14,4^{+0,9}$	$20,0_{-1,0}$	$0,5_{-0,5}$	0,0560
E 55/20	$55^{+1,4}_{-2,0}$	$37,5^{+2,2}$	$17,2_{-1,0}$	$27,8 \pm 0,75$	$18,5^{+1,1}$	$21,0_{-1,3}$	$0,5_{-0,5}$	0,1050

Die E-Kerne nach TGL 39568 werden bevorzugt ohne Luftspalt im Mittelschenkel geliefert. Abweichungen bedürfen der Vereinbarung mit dem Hersteller.

Die Liefereinheit ist eine E-Kern-Hälfte (2 je Satz).

Bezeichnung eines E-Kernes der Nenngröße 42/20 aus Manifer 194, ohne Luftspalt:

Kern E 42/20 Manifer 194 TGL 39568

7.4. Einsatzbedingungen

Magnetische Induktion:	$\hat{B}$ = 100 bis 400 mT
Betriebstemperaturbereich:	ϑ = 0 bis +100 °C
Betriebsfrequenz:	f = 10 bis 25 kHz

7.5. Magnetische und elektrische Kennwerte sowie Meßbedingungen

Kenngröße	Maßeinheit	Nenngröße E 30/7	E 42/15	E 42/20	E 55/20	Meßbedingungen	
magnetische Induktion $\hat{B}$	mT	$\geqq 290$	$\geqq 290$	$\geqq 290$	$\geqq 290$	$\vartheta = 100\ °C$	$\hat{H} = 250$ A/m $\delta = 0$ (Luftspalt) $f = 16$ kHz
Spezifische Verlustleistung P_v/V_e	mW/cm³	$\leqq 170$	$\leqq 170$	$\leqq 170$	$\leqq 170$	$\vartheta = 25\ °C$	$\hat{B} = 200$ mT $H_{-} = 0$ $\delta = 0$ (Luftspalt) $f = 16$ kHz
		$\leqq 140$	$\leqq 140$	$\leqq 140$	$\leqq 140$	$\vartheta = 100\ °C$	
Meßanpreßkraft ± 15 %	N	50	150	180	300		

Die genannten Kennwerte gelten für Kernpaare, deren Kontaktflächen mit $R_m \leqq 6{,}3\ \mu m$ geschliffen und mit minimalem Versatz sauber unter Einhaltung der Meßanpreßkraft bei den genannten Meßbedingungen zusammengesetzt sind. Die Kennwerte von Kernen mit serienmäßigem Schliff $R_m \leqq 20\ \mu m$ können von den Forderungen um 3 % abweichen.

Abweichende Bedingungen oder Kennwerte bedürfen der Vereinbarung.

8. EC-Kerne, TGL 39569

8.1. Allgemeines

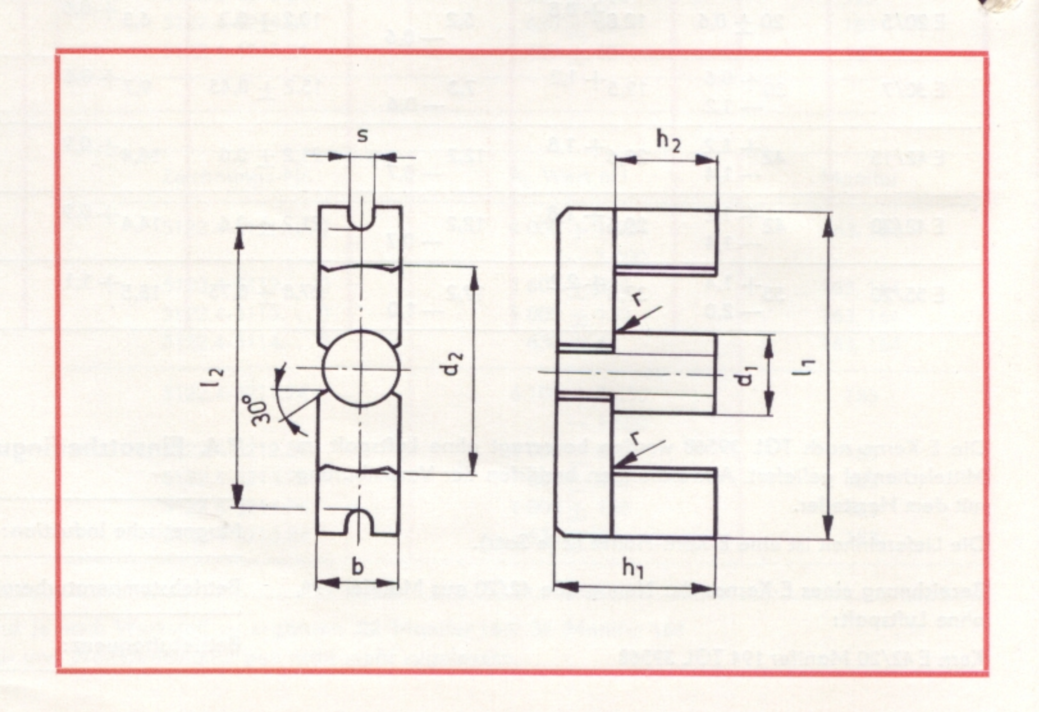
EC-Kerne nach TGL 39569 werden aus dem Werkstoff Manifer 194 hergestellt.

Sie werden bevorzugt als Kernmaterial zum Aufbau von Übertragern bei der Leistungsübertragung in Schaltnetzteilen verwendet.

8.2. Armaturen

Vom Hersteller der EC-Kerne nach TGL 39569 werden keine Armaturen und Spulenkörper geliefert.

8.3. EC-Kern · Übersicht



Nenngröße Maße	EC 35 Nennmaß	EC 35 zul. Abw.	EC 41 Nennmaß	EC 41 zul. Abw.	EC 52 Nennmaß	EC 52 zul. Abw.	EC 70 Nennmaß	EC 70 zul. Abw.
b	9,80	—0,60	11,90	—0,60	13,75	—0,70	16,80	—0,80
d_1	22,75	+0,75 —0,55	27,05	+1,00 —0,75	33,00	+1,30 —0,90	44,50	+1,80 —1,20
d_2	9,80	—0,60	11,90	—0,60	13,75	—0,70	16,80	—0,80
h_1	17,30	±0,15	19,50	±0,15	24,20	±0,15	34,50	±0,15
h_2	11,90	+0,70	13,50	+0,80	15,50	+0,80	22,30	+0,90
l_1	34,50	±0,80	40,60	±1,00	52,20	±1,30	70,00	±1,70
l_2	28,50	±0,80	33,60	±1,00	44,00	±1,30	59,60	±1,70
r	0,50	—0,30	0,70	—0,40	0,80	—0,40	1,00	—0,50
s	2,75	±0,25	3,25	±0,25	3,75	±0,25	4,75	±0,25
Masse/Stück kg ≈	0,018		0,026		0,055		0,126	

Die EC-Kerne nach TGL 39569 werden bevorzugt ohne Luftspalt im Mittelschenkel geliefert. Abweichungen bedürfen der Vereinbarung mit dem Hersteller.
Liefereinheit ist eine EC-Kern-Hälfte (2 je Satz)

Bezeichnung eines EC-Kernes der Nenngröße 35 aus Manifer 194, ohne Luftspalt:

Kern EC 35 Mf 194 TGL 39569

8.4. Einsatzbedingungen

magnetische Induktion: B = 100 bis 400 mT
Betriebstemperaturbereich: ϑ = 0 bis 100 °C
Betriebsfrequenz: f = 10 bis 25 kHz

8.5. Magnetische und elektrische Kennwerte sowie Meßbedingungen (vorläufige Werte)

Kenngröße	Maßeinheit	EC 35	EC 41	EC 52	EC 70	Meßbedingungen
Magnetische Induktion $\hat{B}$	mT			≥ 260	≥ 250	ϑ = 100 °C $\hat{H}$ = 250 A/m f = 16 kHz δ = 0 (Luftspalt)
Spezifische Verlustleistung P_v/V_e	$\frac{mW}{cm^3}$			≤ 140	≤ 140	ϑ = 100 °C H_- = 0 f = 16 kHz δ = 0 (Luftspalt)

Die genannten Kennwerte gelten für Kernpaare, deren Kontaktflächen mit $R_m \leq 6{,}3\ \mu m$ geschliffen und mit minimalem Versatz sauber bei den genannten Meßbedingungen zusammengesetzt sind. Die Kennwerte von Kernen mit serienmäßigem Schliff $R_m \leq 20\ \mu m$ können von den Forderungen um 3 % abweichen.

Abweichende Bedingungen oder Kennwerte bedürfen der Vereinbarung. Andere Werkstoffe nach Vereinbarung.

9. ER-Kerne

9.1. Allgemeines

ER-Kerne werden aus dem Werkstoff Manifer 194 hergestellt. Sie werden bevorzugt als Kernmaterial zum Aufbau von Übertragern zur Leistungsübertragung in Schaltnetzteilen verwendet.

9.2. Armaturen

Vom Hersteller der ER-Kerne werden keine Halterungsteile und Spulenkörper geliefert.
ER-Kerne werden bevorzugt ohne Luftspalt geliefert.

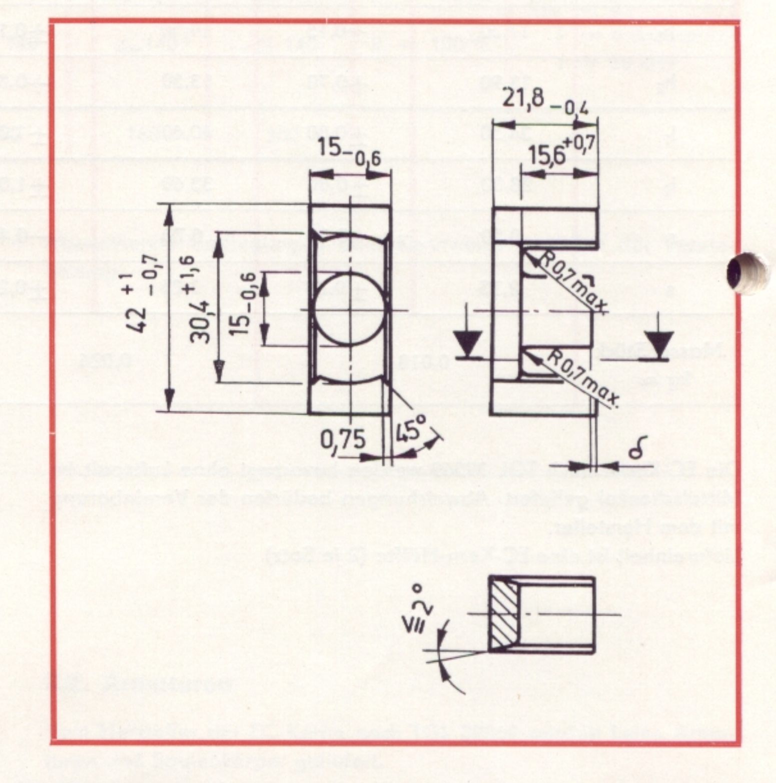
9.3. ER-Kern-Übersicht

9.3.1. Kerne ER 42/15

Bestellbezeichnung eines Kernes aus Manifer 194, ohne Luftspalt:
Kern ER 42/15/Mf 194, 5122.3-4641.35

Technische Kennwerte nach Vereinbarung

Andere Werkstoffe nach Vereinbarung.

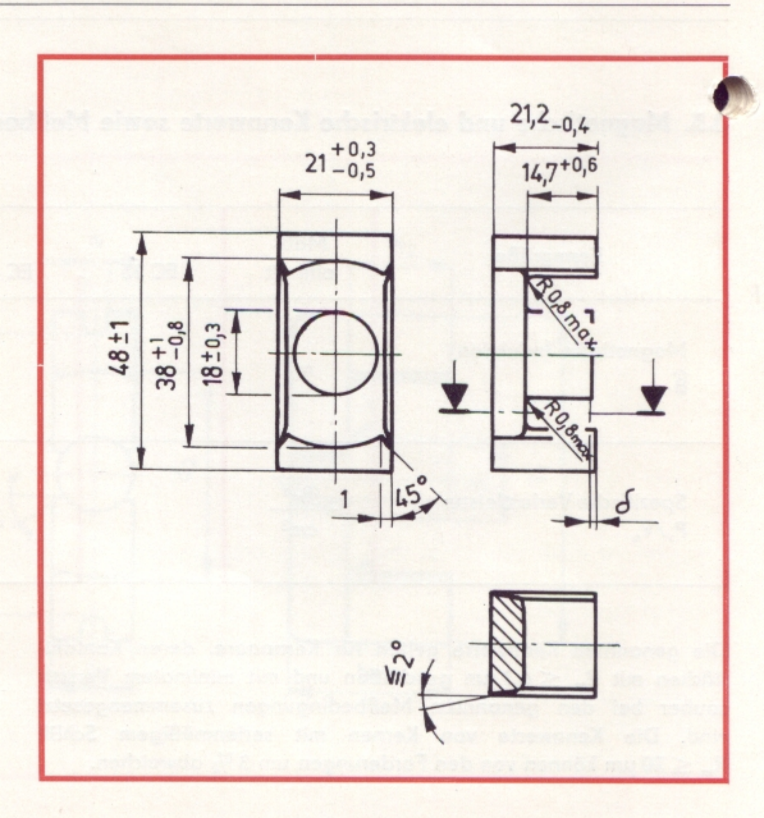


9.3.2. Kerne ER 48/21/21

Bestellbezeichnung eines Kernes aus Manifer 194, ohne Luftspalt:
Kern ER 48/21/21/Mf 194, 5122.3-5641.35

Technische Kennwerte nach Vereinbarung

Andere Werkstoffe nach Vereinbarung.



10. Topfkerne aus Manifer 194

10.1. Allgemeines

Topfkerne aus Manifer 194 werden bevorzugt zum Aufbau von Speicherdrosseln und streufeldarmen Übertragern verwendet.

10.2. Armaturen

Für die unter 10.3 aufgeführten Topfkerne sind die der Nenngröße zugehörigen Armaturen und Spulenkörper der Schalenkerne nach TGL 16565 verwendbar.

10.3. Topfkern-Übersicht

Die Geometrie der Topfkerne entspricht den Abmessungen der zugehörigen Nenngröße der Schalenkerne nach TGL 16565 (siehe Seite 16).

10.4. Typenübersicht

(Lieferung als Satz)

Nenngröße	Werkstoff	A_L-Wert (nH)	Zeichnungs-Nr.
30 × 19	Manifer 194	250 ± 5 %	5161.4-5112.35
30 × 19	Manifer 194	160 ± 5 %	5161.4-5113.35
36 × 22	Manifer 194	630 ± 5 %	5161.4-6113.35
36 × 22	Manifer 194	400 ± 5 %	5161.4-6114.35
36 × 22	Manifer 194	250 ± 5 %	5161.4-6115.35

Die Lieferung erfolgt nach TGL 37508
Andere Nenngrößen oder A_L-Werte bedürfen der Vereinbarung

11. Topfkerne für Näherungsschalter

11.1. Allgemeines

Diese Topfkerne dienen zunehmend der berührungslosen Erfassung von Bewegungsabläufen und Schaltzuständen. Als induktive Schalter weisen sie als besondere Vorteile den Wegfall der mechanischen Verschleißteile, Robustheit gegenüber verschmutzter Umgebung, prellfreiem Schalten und Erkennen metallischer Teile auf.

11.2. Sortiment

Die Topfkerne werden aus dem Werkstoff Manifer 163 hergestellt, was einen bevorzugten Anwendungsbereich von 0,1 bis 1 MHz ergibt.
Die Topfkerne sind ungeschliffen.
Die Lieferung erfolgt als Stück.

Baugröße (mm) (Nennmaße) Durchmesser × Höhe	Zeichnungs-Nr.
5,2 × 2,7	5161.3-1113.22
8,8 × 4	5161.3-2126.22
11,3 × 4,3	5161.3-3116.22
14,3 × 5,7	5161.3-3117.22
18,4 × 6,5	5161.3-4115.22
22 × 8	5161.3-4116.22
26 × 9,6	5161.3-5118.22
30,5 × 10,8	5161.3-5114.22
36,2 × 12,5	5161.3-6112.22

Bestellbeispiel:
Topfkern 18,4 × 6,5/Mf 163,
5161.3-4115.22
Technische Bedingungen nach TGL 37508

Weitere Kataloge über Bauteile aus Ferrit-Werkstoffen:

- Manifer Bauteile für Rundfunk und Fernsehen
- Maniperm Dauermagnetwerkstoff
- Mikrowellenwerkstoffe

DDR-Standards

TGL 37843 Weichmagnetische Ferritkerne, Werkstoffe

TGL 37508 Weichmagnetische Ferritkerne, Allgemeine Technische Bedingungen



elektronik export-import
Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik
DDR - 1026 Berlin, Alexanderplatz 6
Haus der Elektroindustrie, Telefon: 2180

VEB KERAMISCHE WERKE HERMSDORF
DDR - 6530 Hermsdorf/Thüringen, Friedrich-Engels-Straße 79
Postfach 2 · Telefon: 5 10 · Telex: 58246
Telegramme: Kaweha Hermsdorf/Thür.

Stammbetrieb des Kombinates VEB Keramische Werke Hermsdorf

KOMBINAT VEB KERAMISCHE WERKE HERMSDORF

WIR PRODUZIEREN

Isolierkörper und Isolatoren für Apparate und Freileitungen für höchste Spannungen

Elektro-Installationsmaterial für den Wohnungs- und Industriebau, Schalter und Taster, Steckvorrichtungen, Fassungen, Sicherungsmaterial, Abzweig- und Verteilungs-Geräte, Installations-Klemmmaterial

Explosionsgeschützte Leuchten und explosionsgeschütztes Installationsmaterial für die chemische Industrie und den Bergbau

Installationsmaterial und Zweckleuchten für den Schiffbau

**Niederspannungs-Schaltgeräte für den Industriebau
Verteilungsanlagen in Guß- und Stahlblechgehäusen
Last- und Trennschalter, Steckvorrichtungen nach CEE-Norm**

Elektronische Bauelemente für die Rundfunk-, Fernseh-, Nachrichten-, Meß-, Steuer- und Regelungstechnik und für die Datenverarbeitung

Apparate und Anlagen aus Hartporzellan und Steinzeug für die chemische und artverwandte Industrie

Hochverschleißfeste, hochtemperaturbeständige, korrosionsfeste und elektrisch maximal belastbare oxidkeramische Erzeugnisse für die verschiedensten Industriezweige

Isolier- und Bauteile für Schaltgeräte, Elektrotechnik, Gas-, Wärme- und Beleuchtungsgeräte sowie Funken- und Lichtbogenschutz

Bauteile und -elemente der HF-Technik, Tragkörper für Kohle-, Metallschicht- und Drahtwiderstände

Sintermetallische Kontakt- und Stromübertragungselemente, Einbauteile für Röhrentechnik, Überschwermetalle als Abschirmmaterial für Gammastrahlen

Rohrheizkörper mit Aluminium- oder Stahlmantel für Geräte-, Raum-, Boden-, Weichen- und Waggon-Beheizungen

Isolator-Zündkerzen für Otto-Motoren in allen Gewindegrößen und Wärmewerten, Rennkerzen und Spezialkerzen

Generallieferant für komplette Produktionsanlagen für die Fertigung von Elektroinstallationsmaterial, Elektrokeramik und Zündkerzen. Lizenzen für Erzeugnisse und Know-How für Technologien, Projektierung und Bau

Ag 05/098/84 - 5 - V/15/5 - 180